Die Wirkung roher und reiner Kalisalze bei verschiedenen Kalkformen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

vorgelegt von

Oscar Ringleben
aus Delitzsch

Halle a. S.
Druck von Heinrich John
1914.

Referent: Prof. Dr. W. Schneidewind.

Meiner lieben Frau Lisa.

Herrn Professor Dr. Schneidewind danke ich auch an dieser Stelle verbindlichst für das mir stets und in reichstem Maße bewiesene Wohlwollen, ebenso Herrn Dr. D. Meyer für die vielfachen freundlichen Hinweise bei der Anfertigung der vorstehenden Abhandlung.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	7—10
1. Kleegrasgemisch in Zinkgefäßen	10—20
a) Vegetationsbeobachtungen	11—12
b) Die Ernte	12—16
c) Die Nährstoffaufnahme	16—20
2. Hafer in Zinkgefäßen	20—29
a) Vegetationsbeobachtungen	20—21
b) Die Ernte	21—26
c) Die Nährstoffaufnahme	26—29
3. Kartoffeln in Tongefäßen	29—40
a) Vegetationsbeobachtungen	29—30
b) Die Ernte	30—34
c) Die Nährstoffaufnahme	34—40
4. Kartoffeln in Schützenbachschen Kästen	40—43
a) Die Ernte	40—41
b) Die Nährstoffaufnahme	41—43
5. Zuckerrüben in Schützenbachschen Kästen	43—47
a) Die Ernte	44—45
b) Die Nährstoffaufnahme	45—47
Schlußfolgerungen	47—49

Einleitung.

Smets und Schreiber[1]) hatten in einer Arbeit über die Anwendung der Kalidünger in Limburger Böden darauf hingewiesen, daß eine Kalidüngung nur dann Erfolg verspräche, wenn in dem Boden ein genügender Vorrat an Kalk vorhanden sei oder wenn gleichzeitig eine ausreichende Kalkdüngung erfolge.

Die Bedeutung des Kalkes für das Pflanzenleben beruht bekanntlicherweise unter anderem mit darauf, daß die im Pflanzenkörper entstehenden freien Säuren, besonders Oxalsäure, durch ihn neutralisiert werden, wodurch ihre schädigende Wirkung abgeschwächt bezw. aufgehoben wird. Die gleiche bedeutsame Rolle spielt der Kalk auch im Boden. Auch die Böden — von Moorböden ganz abgesehen — sind nicht selten von saurer Beschaffenheit, sei es infolge von Humusbildung, sei es infolge ihres Gehaltes an sauren Silikaten oder an freier Säure, besonders dort, wo die Pflanzen aus dem künstlichen Dünger mehr die Basen als die an diese gebundenen Säuren aufgenommen haben, und so der Boden an letzteren angereichert worden ist. Auch hier wirkt der Kalk durch deren Neutralisation günstig auf das Pflanzenwachstum ein.

Zur Erklärung der übrigens schon beobachteten Erscheinung, daß für die Wirkung einer Düngung mit Kalirohsalzen ein genügender Kalkvorrat im Boden notwendig sei, zogen Smets und Schreiber auch die theoretischen Ansichten von Clausius und Arrhenius heran, nach denen die in Lösung gegangenen Salze, also auch die Düngesalze in der Bodenlösung, sich nicht mehr in unverändertem Zustande befänden, sondern zum größten Teil in ihre Elemente zersetzt seien, in einen basischen und einen

[1]) Smets et Schreiber, Emploi des engrais potassiques dans les terrains de Limbourg. Hasselt 1893. (Referat in Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie, Bd. 23, 1894, S. 734.)

sauren Bestandteil. Die ersteren würden von den Pflanzenwurzeln absorbiert, während die letzteren zum Teil zurückblieben und im Boden die saure Reaktion verursachten. So schieden auch die Rohsalze geringere oder größere Mengen freier Säure ab, und auf der Unschädlichmachung dieser beruhe die günstige Wirkung des Kalkes neben der Kalidüngung.

Mit angeregt durch die Veröffentlichung von Smets und Schreiber stellte Baumann[1]) auf dem Hochmoor in Bernau zur Aufklärung dieser für die Bewirtschaftung der Moorböden so wichtigen Frage umfassende Versuche an in der richtigen Annahme, daß gerade auf Moorböden die Schädigung durch Rohsalze sich besonders stark äußern müsse, einmal, weil diese Böden schon an sich saure Reaktion besäßen, und sodann, weil zur Erzielung von Höchsternten gerade hier wegen des geringen Gehaltes an Kaliverbindungen eine sehr reichliche Kalidüngung erfahrungsgemäß nötig war. Als solche war bis dahin der Kainit angewandt worden. Baumann wollte nun unter anderem klar stellen, ob statt dessen mit Erfolg die hochprozentigen, an Nebensalzen ärmeren Kalisalze zu benützen seien. Mit dem Kainit führte man dem Boden bei gleicher Kaligabe die $3^1/_2$ bis 4 fache Menge von Salzen zu wie mit den reinen Salzen, und es müssen sich somit auch viel größere Mengen freier Säure bilden als bei Verwendung der hochprozentigen Salze. Diese aber durch erhöhte Kalkgaben zu neutralisieren hatte auch seine Bedenken. Schon Fleischer[2]) hatte gefunden, daß eine zu reichliche Kalkdüngung für Moorböden von Nachteil sei, weil „dadurch der Boden zu schnell zersetzt und die Ackerkrume verflacht wurde, wodurch die Erträge stark zurückgingen. Sie gingen um so mehr zurück, je stärker die Kalkdüngung gewesen war." Man war deshalb genötigt gewesen, bei der Bewirtschaftung des Moorbodens auf künstliche Dünger zeitweise ganz zu verzichten und mit dem teuern und schwerer zu beschaffenden Stallmist zu düngen. Durch Anwendung hochprozentiger oder auch basischer Kalisalze anstatt des Kainit hoffte Baumann die starke Kalkdüngung entbehrlich zu machen und die eben genannten Nachteile derselben zu umgehen.

---

[1]) Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 56. Berlin 1901, S. 7 ff.

[2]) Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchsstation. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1891. Ergänzungsband.

Das 40%ige Kalisalz erwies sich bei seinen Versuchen gegenüber dem Kainit als überlegen. So wurden zum Beispiel geerntet auf Hochmoor an Kartoffeln:[1])

ohne Kali	5800 kg pro ha	
mit Kali	als Kainit	als 40%iges Kalisalz
50 kg Kali pro ha	7900 kg	11450 kg
100 „ „ „ „	9850 „	12550 „
200 „ „ „ „	10700 „	13950 „
300 „ „ „ „	— „	17900 „

Wenn die ungünstige Wirkung der Kalirohsalze wirklich auf der übermäßig starken Anreicherung des Bodens an freier Säure beruhte, so durfte diese Schädigung nicht eintreten, wenn als Kalidünger Salze gegeben wurden, die keine oder nur geringe Mengen starker, leicht löslicher Säuren enthielten. Als solche verwandte Baumann bei seinen Versuchen die kohlensaure Kali-Magnesia, Buchenholzasche, Fichtenholzasche und reines kohlensaures Kali und erzielte dadurch „Höchsternten für Hochmoore".

Die Ernte betrug 1894[2]) durch Düngung mit

kohlensaurer Kali-Magnesia	25900 kg	Kartoffeln pro ha
Buchenholzasche	24000 „	„ „ „
Fichtenholzasche	25000 „	„ „ „
reinem kohlensauren Kali	23700 „	„ „ „

Seine Vermutung wurde also bestätigt.

Diese Feststellungen Baumanns über die ungünstige Wirkung der Rohsalze gegenüber dem 40%igen und anderen hochprozentigen Salzen mußten aber auch für andere, namentlich kalkarme Bodenarten von Bedeutung sein, in denen ein Überschuß von entstehender freier Säure mangels basischer Substanzen zur Neutralisierung derselben besonders schädlich wirken mußte.

Auf Veranlassung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. W. Schneidewind ist daher die vorliegende Arbeit entstanden und von mir in der Agrikulturchemischen Versuchsstation zu Halle (Saale) ausgeführt worden.

Durch Vegetationsversuche sollte festgestellt werden, ob und wieweit eine Schädigung durch Rohsalze im kalkarmen Sandboden gegenüber hochprozentigen Salzen sich zeigen würde, und ob

---

[1]) a. a. O., S. 7 u. 8.
[2]) a. a. O., S. 12.

und in welchem Maße die Wirkung der Rohsalze durch Kalk in verschiedener Menge und Bindungsform gebessert werden könnte.

Geprüft wurden vergleichend Kainit, Chlorkalium und schwefelsaures Kalium in verschieden bemessenen Gaben, sowohl ohne Beigabe von Kalk, wie mit verschiedenen Mengen von kohlensaurem Kalk und auch von Gips.

Als Versuchspflanzen dienten ein Kleegrasgemisch, zu gleichen Teilen aus Medicago sativa und Lolium perenne bestehend, Hafer, Kartoffeln und Zuckerrüben. Das Bodenmaterial war teils Tertiärsand[1]) aus der Gegend von Dölau (Saalkreis), dem — hauptsächlich zur Vergrößerung der wasserfassenden und wasserhaltenden Kraft — 2.5 % fein gemahlener Hochmoortorf zugemischt wurde, teils ein Gemisch von 90 % Sand und 10 % humosem Lößlehm (Lauchstädter Erde).

Zum Schutz gegen Ungeziefer wurden die Pflanzen ab und zu mit Nikotinlösung (1.5 ‰) bespritzt.

1. Kleegrasgemisch.

Für diese Versuchsreihe ebenso wie für die folgende mit Hafer wurden Zinkgefäße benutzt, die 6000 g Bodentrockensubstanz (Sand und 2.5 % Torf) faßten. Jedes Gefäß erhielt eine Grunddüngung von

1 g N in Form von Natronsalpeter,
1 g wasserlösliche P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat,
1 g $MgSO_4$.

Nach dem ersten und ebenso nach dem zweiten Schnitt erfolgte eine Nachdüngung in halber Stärke der Grunddüngung pro Gefäß in 100 ccm Wasser gelöst.

[1]) Nach D. Meyer (Landwirtschaftliche Jahrbücher 1900, S. 955) waren von Sand bezw. Torf in konzentrierter HCl löslich:

	im Sand	im Torf
Kalk	0.038 %	0.220 %
Magnesia	0.026 %	0.161 %
Eisen und Tonerde	0.740 %	0.836 %
Phosphorsäure	Spuren	0.114 %
Schwefelsäure	0.020 %	0.107 %

Die Höhe der Kalidüngung war so bemessen, daß die Gabe pro Gefäß einer Düngung von 2 bezw. 6 dz KCl pro ha entsprach, der Oberfläche der Gefäße nach berechnet, die 314 qcm betrug; pro Gefäß 1.182 g K_2O bezw. 3.546 g K_2O. Die Kalidüngung wurde gegeben

1. ohne Kalk,
2. mit 2 g CaO in Form von $CaCO_3$,
3. mit 10 g CaO in Form von $CaCO_3$,
4. mit 2 g CaO in Form von $CaSO_4$.

Von einer Reihe 3. entsprechenden Mengen $CaSO_4$ glaubte ich absehen zu müssen, da eine derartig große Gipsgabe nach bereits vorliegenden Erfahrungen,[1]) die noch zu berühren sein werden, sicher schädigend gewirkt haben würde.

Jede Versuchsreihe bestand aus drei Kontrollgefäßen. Bestellt wurde am 2. Mai mit 1 g Kleegrasgemisch pro Gefäß.

a) Vegetationsbeobachtungen.

Aufgang der Luzerne am 6. Mai, des Grases am 8. Mai. Der Aufgang erfolgte überall gleichmäßig. Unterschiede im Stande der einzelnen Töpfe waren bis zum 14. Mai noch nicht zu bemerken.

Am 18. Mai: Die Gefäße mit $CaCO_3$ stehen etwas besser als die mit Gips und ohne Kalk.

Am 22. Mai: Die Töpfe ohne Kalidüngung sind etwas zurückgeblieben, die Pflanzen zeigen gelbliche Spitzen.

Am 1. Juni: Die Töpfe mit Gipsdüngung weisen deutliche Schädigung auf, die Leguminosen, nur kleine, schwächliche Pflanzen, fangen an zu vergehen. Besonders stark zeigt sich die Schädigung bei Kainitdüngung in Verbindung mit Gips.

Am 17. Juni: Gefäße mit Kainit und ohne Kalk sind zurückgeblieben. — Die Schädigung durch Gips hält an, besonders in Verbindung mit Kainitdüngung. — Bei $CaCO_3$-Düngung, kleiner und großer Gabe, ist die Entwicklung der Leguminosen besonders gut.

Am 26. Juni: Erster Schnitt und am 2. Juli erste Nachdüngung.

Am 10. Juli: Die Leguminosen der Gefäße ohne Kalk bleiben zurück, bei Gipsdüngung sind sie so gut wie gänzlich verschwunden.

[1]) Vergl. die Ausführungen auf Seite 13 ff.

Am 23. Juli: Die Gefäße mit Gips haben sich etwas erholt.

Am 26. Juli: Zweiter Schnitt und am 28. Juli zweite Nachdüngung.

Am 9. August: Die Leguminosen der Gefäße ohne Kalk sind ganz vergangen wie bei Gipsdüngung.

Am 15. August: Stand der Leguminosen ist in den Töpfen mit großer $CaCO_3$-Gabe am besten. Die Schädigung durch Gips ist in Bezug auf das Raygras scheinbar vollkommen überwunden.

Am 12. September: Dritter Schnitt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle I zusammengestellt.

b) Die Ernte.

Wirkung der Kalkdüngung. Es wurde im Mittel der verschiedenen Kalidüngungen geerntet:

	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	1., 2. u. 3. Schnitt	Ernte ohne Kalk
	g	g	g	g	= 100
ohne Kalk	55.2	48.3	43.4	146.9	100
2 g CaO als $CaCO_3$	68.0	45.3	43.7	157.0	106.9
10 g CaO als $CaCO_3$	70.5	47.5	42.8	160.8	109.5
2 g CaO als $CaSO_4$	27.6	53.2	51.5	132.3	90.1

Ein besonders günstiger Einfluß der Kalkdüngung ist trotz des sehr kalkarmen Sandtorfgemisches nicht zu Tage getreten; selbst die hohe Kalkgabe, die einer Düngung von rund 60 dz. kohlensauren Kalk pro Hektar entspricht, hat nur eine verhältnismäßig geringe Ertragsteigerung gebracht. Die Gesamternte ist — der Ertrag ohne Kalk = 100 gesetzt — durch die niedere Gabe $CaCO_3$ auf 106.9, durch die höhere auf 109.5 gesteigert worden. Die Mehrerträge finden wir gleich im ersten Schnitt, während auf die Ernte des zweiten und dritten Schnittes die Kalkdüngung einen Einfluß nicht mehr ausgeübt hat; sie ist zum Teil sogar noch etwas niedriger als ohne Kalk.

Während aber durch den kohlensauren Kalk eine, wenn auch geringe Erhöhung der Erträge hervorgerufen ist, hat die Gipsdüngung gerade gegenteilig gewirkt und die Ernte etwa in demselben Maße herabgedrückt, wie sie durch den kohlensauren Kalk erhöht ist.

Wie schon aus den Vegetationsbeobachtungen ersichtlich, standen bereits kürzere Zeit nach dem Aufgang (cf. 18. Mai und

1. Juni) die mit Gips gedüngten Gefäße viel weniger gut als die, welche den Kalk als $CaCO_3$ oder überhaupt keine Kalkdüngung erhalten hatten, und es waren bis zum ersten Schnitt die Leguminosen fast ganz daraus verschwunden. Besonders stark geschädigt waren die Gefäße, die das Kali als Kainit erhalten hatten. Diese Schädigung machte sich in der Ernte des ersten Schnittes sehr bemerkbar, wo durch Gips nur 27.6 g geerntet wurden, also um 50 % weniger als ohne Kalkdüngung. Im Laufe des Sommers erholten sich die Pflanzen allerdings wieder, wenn auch die Leguminosen verschwunden blieben, und die Ernten des zweiten und dritten Schnittes fielen sogar höher aus als bei Kalkdüngung in Form von kohlensaurem Kalk; aber gleichwohl wurde ein Ausgleich in der Gesamternte dadurch nicht mehr herbeigeführt. Es ergab die Düngung mit Gips immerhin noch einen Minderertrag gegenüber ohne Kalk von 9.9 %.

Diese starke Empfindlichkeit des Kleegrasgemisches gegen Gips, besonders der Leguminosen darin, die mit den Erscheinungen der Praxis nicht im Einklang steht, hatte schon D. Meyer[1]) beobachtet. Auch er hatte bei Topfversuchen mit einem ähnlichen Gemisch durch Gips niedrigere Erträge erhalten, sofern die Gabe größer als 1 g pro Gefäß bemessen war, und zwar sanken die Erträge in demselben Maße, wie die Gipsgabe erhöht wurde. Meyer vermutete damals zunächst, daß sich entweder durch Reduktionserscheinungen giftiges Ca S gebildet haben könnte, oder daß die Schädigung auf der Abspaltung freier Schwefelsäure aus dem Gips beruhe, die in dem kalkarmen Bodengemisch nicht genügende Mengen von Basen zur Neutralisation fände. Schwefelverbindungen im Boden nachzuweisen gelang ihm indessen nicht, wohl aber vermochte er die schädliche Wirkung des Gipses resp. die Ertragsverminderung durch gleichzeitige Anwendung von kohlensaurem Kalk oder kohlensaurer Magnesia vollständig aufzuheben, was bei Bildung und Schädigung durch Ca S nicht der Fall gewesen wäre und also darauf schließen ließ, daß entstandene freie Säure die Ursache gewesen war. Bei weiteren Versuchen stellte Meyer fest, daß nur in Zinkgefäßen diese auffallende, schädigende Wirkung des Gipses sich zeigte, nicht aber in Tongefäßen, und vermutete, daß durch die

[1]) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1900, S. 958 ff. und 1901, S. 619 ff.; 1910. Ergänzungsband III, S. 287 ff. Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 1905, 54, S. 261.

gebildete freie Säure die Zinkwandung angegriffen würde und das in Lösung gegangene Zink nun auch seinerseits pflanzenschädigend gewirkt habe, eine Ansicht, der auch Tacke[1]) zuneigte. Dieser führte die Entstehung der freien Säure auf Abspaltung durch die Humussäure des zugegebenen Torfes zurück. Durch gleichzeitige Gabe von $CaCO_3$ oder $MgCO_3$ und dadurch bewirkte Neutralisation freier Säure war deren zerstörende Wirkung auch auf das Zink der Gefäße verhindert worden.

Die Annahme Meyers scheint durch die vorliegenden Befunde auch insofern bestätigt und gestützt zu werden, als gerade die Kainitgabe in Verbindung mit Gips bei der Ernte des ersten Schnittes den geringsten Ertrag ergeben hat. Es wurden geerntet im Mittel beider Kaligaben bei

ohne Kali	10.1 g
KCl	30.1 g
K_2SO_4	27.6 g
Kainit	25.1 g

Es dürften also hier einmal die aus dem Gips abgespaltene Säure, sodann die aus dem Kainit frei gewordene Menge daran besonders schädigend und ertragsmindernd gewirkt haben.

Wie wir sehen werden, verhielt sich Hafer ähnlich, anders die Kartoffel, die aber bei dem Versuch in Tongefäßen gezogen wurde.

Wirkung der Kalidüngung. Die Wirkung der Kalisalze war im Durchschnitt der verschiedenen Kalkdüngungen nahezu die gleiche; es wurde durch die kleine und durch die große Gabe der Ertrag ziemlich gleichmäßig gesteigert. Die Ernte betrug im Durchschnitt der Kalkdüngung bei

ohne Kali	62.4 g
KCl, kleine Gabe	137.4 „
KCl, große Gabe	163.7 „
K_2SO_4, kleine Gabe	135.4 „
K_2SO_4, große Gabe	156.1 „
Kainit, kleine Gabe	138.7 „
Kainit, große Gabe	163.9 „

[1]) Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 1905, 54, S. 331.

Nicht gleich dagegen war die Wirkung der Kalisalze bei den verschiedenen Kalkdüngungen; es wurde besonders der Kainit dadurch beeinflußt. Während nämlich die reinen Salze bei den verschiedenen Kalkgaben im Vergleich zueinander gleichmäßig erhöhend wirkten, K Cl um ein weniges mehr als $K_2 SO_4$, war die Wirkung des Kainits ihnen gegenüber eine ungleichmäßige und abhängig von der Form der Kalkdüngung. Den reinen Salzen nachstehend zeigte er sich bei fehlender Kalkdüngung oder solcher in Form von Gips, was sich bereits vor der Ernte des ersten Schnittes in viel weniger gutem Stande der Pflanzen bemerkbar machte und deutlich im Ertrage zum Ausdruck kam, der hinter dem durch die reinen Salze erzielten zurückstand: 52.6 g durch Kainit gegen 57.8 g durch K Cl und 55.1 g durch $K_2 SO_4$ bei ohne Kalk, 25.1 g gegen 30.1 g bzw. 27.6 g bei Gipsdüngung. Wenn auch diese Unterschiede dadurch, daß die zuerst zurückgebliebenen Pflanzen sich im Laufe der Vegetation wieder erholten, mehr und mehr beim zweiten Schnitt sich verwischten, so ist doch in der Gesamternte der Ertrag durch K Cl bei ohne Kalk dem durch Kainit erzielten nur gleich, bei Gipsdüngung etwas höher, durch $K_2 SO_4$ in beiden Fällen um wenig geringer.

Es wurden geerntet:

	I. Schnitt		I., II. und III. Schnitt	
	ohne Ca O	2 g Ca O als $Ca SO_4$	ohne Ca O	2 g Ca O als $Ca SO_4$
	g	g	g	g
ohne Kali	24.9	10.1	67.6	44.5
K Cl	57.8	30.1	149.2	135.3
$K_2 SO_4$	55.1	27.6	142.1	129.4
Kainit	52.6	25.1	149.2	131.9

Überlegen den hochprozentigen Salzen zeigte sich der Kainit dagegen bei der Düngung mit kohlensaurem Kalk, zumal bei der hohen Gabe. Auch hier tritt die günstige Wirkung schon in der Ernte des ersten Schnittes in Erscheinung, während die Erträge der zwei folgenden Schnitte bei den drei Salzen etwa gleich sind. Der Mehrertrag durch Kainit ist in der Gesamternte noch deutlich ersichtlich.

	I. Schnitt		I., II. und III. Schnitt	
	2 g CaO als $CaCO_3$	10 g CaO als $CaCO_3$	2 g CaO als $CaCO_3$	10 g CaO als $CaCO_3$
	g	g	g	g
ohne Kali	33.2	31.8	73.1	64.0
KCl	66.8	69.8	156.9	160.8
K_2SO_4	68.8	68.7	155.8	155.7
Kainit	68.4	72.9	158.2	165.9

Es läßt sich danach nicht verkennen, daß die Wirkung des Kainits um so besser gewesen ist, je mehr kohlensaurer Kalk gleichzeitig gegeben wurde, während die hochprozentigen Salze sich weniger dankbar dafür gezeigt haben. Auf leichten Böden wird also bei Verwendung von Rohsalzen die Kalkfrage nicht vernachlässigt werden dürfen.

c) Die Nährstoffaufnahme.

Das Kali. Bemerkenswerte Unterschiede in der Kaliaufnahme aus den drei Salzen zeigten sich so gut wie nicht; es wurden bei gleichen Gaben nahezu dieselben Mengen aus den verschiedenen Salzen aufgenommen, die sich auch in gleichmäßig abgestufter Weise auf die einzelnen Schnitte verteilten.

Es betrug die Mehraufnahme an Kali gegenüber ungedüngt bei

	ohne CaO	2g CaO als $CaCO_3$	10 g CaO als $CaCO_3$
	g	g	g
KCl, kleine Gabe	0.894	0.851	0.875
KCl, große Gabe	2.596	2.702	2.646
K_2SO_4, kleine Gabe	0.883	0.930	0.992
K_2SO_4, große Gabe	2.575	2.580	2.765
Kainit, kleine Gabe	0.936	0.941	1.003
Kainit, große Gabe	2.695	2.798	2.848

	2 g CaO als $CaSO_4$	Insgesamt	
	g	g	
KCl, kleine Gabe	1.010	3.630	7.198
KCl, große Gabe	2.821	10.765	
K_2SO_4, kleine Gabe	1.029	3.834	7.213
K_2SO_4, große Gabe	2.676	10.591	
Kainit, kleine Gabe	0.967	3.847	7.431
Kainit, große Gabe	2.673	11.014	

In Prozenten der Düngung finden sich in der Trockensubstanz wieder bei

		im Mittel,	davon im I. Schnitt	II. Schnitt	III. Schnitt
KCl, kleine Gabe	76.8%	76.4%	47.8%	19.3%	9.3%
KCl, große Gabe	75.9%				
K_2SO_4, kleine Gabe	81.1%	77.9%	48.8%	19.6%	9.5%
K_2SO_4, große Gabe	74.7%				
Kainit, kleine Gabe	81.4%	79.5%	47.8%	20.6%	11.1%
Kainit, große Gabe	77.7%				

Auch die verschiedenen Kalkgaben hatten die Ausnützung der Kalisalze nicht weiter beeinflußt, wie folgende Zusammenstellung ergibt. Es wurden im Durchschnitt aufgenommen aus der Kalidüngung bei

ohne CaO	74.6%
2 g CaO als $CaCO_3$	76.2%
10 g CaO als $CaCO_3$	78.5%
2 g CaO als $CaSO_4$	78.8%

Der Einfluß der größeren Kaligaben auf den Ernteertrag war im ersten Schnitt, wo genügende Mengen dieses Nährstoffes überall zur Verfügung standen, naturgemäß noch nicht so in Erscheinung getreten, wie bei dem zweiten und besonders dritten Schnitt, wo durchgehends eine beträchtliche Ertragssteigerung bewirkt wurde. Indessen entspricht das Mehr an geernteter Trockensubstanz bei weitem nicht dem Mehr an aufgenommenem Kali. Während nämlich die Trockensubstanz des zweiten und dritten Schnittes durch die höhere Kaligabe gegen die niedere erhöht wurde bei

KCl	von 330.7 g	auf 424.7 g,	d. i. um	28.4%
K_2SO_4	„ 318.5 g	„ 407.1 g,	„	27.8%
Kainit	„ 339.8 g	„ 432.7 g,	„	27.3%

im Mittel um 27.8%, stieg die Aufnahme an Kali bei

KCl	von 2.205 g	auf 4.777 g,	d. i. um	116.6%
K_2SO_4	„ 2.221 g	„ 4.868 g,	„	119.2%
Kainit	„ 2.353 g	„ 5.226 g,	„	122.1%

im Mittel um 119.3%.

Es hatte also, was bei der sehr reichlich bemessenen Kaligabe von 6 dz KCl, entsprechend 20 dz Kainit pro ha auch zu erwarten stand, eine starke Luxusaufnahme an Kali seitens der

Pflanzen stattgefunden. Besonders auffallend tritt dies hervor im ersten Schnitt bei der Gipsdüngung. Hier war der Ernteertrag gegenüber ohne Kalk und kohlensauren Kalk ziemlich beträchtlich herabgedrückt worden, während die absoluten aufgenommenen Mengen Kali zum Teil nicht viel geringer waren als bei den durch kohlensauren Kalk erzeugten höheren Erträgen. Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Kali war dadurch natürlich sehr gesteigert und lag bedeutend höher als bei der Düngung mit kohlensaurem Kalk. Es war an Kali aufgenommen und betrug der Prozentgehalt der Trockensubstanz daran beim ersten Schnitt bei

	$CaSO_4$-Düngung		$CaCO_3$-Düngung im Durchschnitt beider Gaben	
	g	% i. d. Trockensubstanz	g	% i. d. Trockensubstanz
KCl, kleine Gabe	0.633	2.07	0.702	1.06
KCl, große Gabe	1.333	4.52	2.011	2.86
K_2SO_4, kleine Gabe	0.653	2.20	1.789	1.16
K_2SO_4, große Gabe	1.191	4.67	1.994	2.87
Kainit, kleine Gabe	0.537	2.22	0.768	1.12
Kainit, große Gabe	1.063	4.09	2.111	2.91

Durch diese starke Anhäufung von Kali in der Ernte des ersten Schnittes bei Gipsdüngung wurde erreicht, daß in der Gesamternte trotz des niedrigeren Ertrages ungefähr die gleichen Mengen Kali aufgespeichert waren wie in den durch kohlensauren Kalk erzielten größeren Mengen Trockensubstanz, während der relative Gehalt daran auch hier noch immer höher lag als bei der Düngung mit kohlensaurem Kalk.

Die aufgenommene Menge Kali bezw. der prozentische Gehalt der Trockensubstanz daran in der Gesamternte war folgender:

	$CaSO_4$-Düngung		$CaCO_3$-Düngung im Durchschnitt beider Gaben	
	g	% i. d. Trockensubstanz	g	% i. d. Trockensubstanz
KCl, kleine Gabe	1.298	1.08	1,210	0.83
KCl, große Gabe	3.109	2.06	3.021	1.76
K_2SO_4, kleine Gabe	1.317	1.12	1.308	0.91
K_2SO_4, große Gabe	2.964	2.11	3.017	1.80
Kainit, kleine Gabe	1.255	1.06	1.319	0.88
Kainit, große Gabe	2.961	2.04	3.170	1.81

Das Natron. Die Natronaufnahme wurde nur in der Reihe mit der großen $CaCO_3$-Gabe bestimmt, um daraus eventl. Schlüsse auf die Wirkung der Nebensalze der Kalidüngung zu ziehen. Nach früheren Versuchen war diese aber nur eingetreten, wenn gleichzeitig größere Mengen von Kalk vorhanden gewesen waren. Ich komme darauf noch zu sprechen.

Die größte Menge Natron wurde aus dem Kainit aufgenommen, demnächst in der Reihe mit KCl, die geringste Menge bei K_2SO_4, was ja auch dem Gehalte der betreffenden Salze an Natron entsprechen dürfte. Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Natron war bei der Düngung mit den drei Kalisalzen nicht wesentlich verschieden und ebenfalls am höchsten bei Kainit, am niedrigsten bei K_2SO_4-Düngung. Es wurde an Natron aufgenommen in der Gesamternte:

ohne Kali	2.814 g	entspr.	4.24 %	i. d. Trockensubstanz
KCl	5.073 g + 2.259 g	„	3.15 %	„
K_2SO_4	4.862 g + 2.048 g	„	3.12 %	„
Kainit	5.596 g + 2.782 g	„	3.37 %	„

Der Kalk. Die verschiedenen Kalisalze hatten die Kalkaufnahme in keiner Weise beeinflußt; die im Durchschnitt der beiden Gaben bei den drei Salzen in der Gesamternte aufgenommenen Mengen waren nahezu dieselben:

ohne Kali	3.104 g
KCl	5.772 g + 2.668 g
K_2SO_4	5.671 g + 2.567 g
Kainit	5.609 g + 2.505 g

Verschieden ausgenützt wurden aber der kohlensaure Kalk und der Gips. Während von ersterem bei der kleinen Gabe 8.77 %, bei der großen Gabe 3.32 % der Düngung aufgenommen wurden, betrug bei Gips die in der Ernte wiedergefundene Menge nur 1.88 %. Es wurden aufgenommen im Durchschnitt:

	g CaO	% der Düngung
ohne CaO	0.919	
2 g CaO als $CaCO_3$	1.446 + 0.527	8.77 %
10 g CaO als $CaCO_3$	1.917 + 0.998	3.32 %
2 g CaO als $CaSO_4$	1.033 + 0.114	1.88 %

Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Kalk stieg dadurch von 0.68 % bei ohne Kalk auf 1.00 % bei der kleinen $CaCO_3$-

Gabe, auf 1.30 % bei der großen $CaCO_3$-Gabe und sank auf 0.86 % bei der Düngung mit $CaSO_4$, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt.

	Gesamternte im Durchschnitt g	darin CaO im Durchschnitt g	%
ohne CaO	135.5	0.919	0.68
2 g CaO als $CaCO_3$	145.0	1.446	1.00
10 g CaO als $CaCO_3$	147.0	1.917	1.30
2 g CaO als $CaSO_4$	119.7	1.033	0.86

Das Chlor. Wie bei dem verschiedenen Gehalt der Kalisalze an Chlorverbindungen vorauszusehen war, war auch die Chloraufnahme eine dementsprechende; es wurden die geringsten Mengen in der Reihe mit K_2SO_4, die etwa $5^1/_2$ fache Menge bei KCl und die rund 8 fache Menge aus dem Kainit aufgenommen. Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Chlor wurde in demselben Verhältnis von 0.40 % bei der Düngung mit K_2SO_4 auf 1.10 % bei KCl und auf 1.49 % bei Kainit im Durchschnitt der beiden Gaben gesteigert. Die Aufnahme war folgende:

ohne Kali	1.364 g	entspr. 0.55 %	i. d. Trockensubstanz
KCl	6.761 g + 5.397 g	„ 1.10 %	„
K_2SO_4	2.320 g + 0.956 g	„ 0.40 %	„
Kainit	9.066 g + 7.702 g	„ 1.49 %	„

2. Hafer in Zinkgefäßen.

Die Versuchsanstellung war die gleiche wie bei Kleegrasgemisch nur mit Wegfall der Nachdüngung.

Bestellt wurde am 2. Mai, pro Topf 30 Körner.

a) Vegetationsbeobachtungen.

Der Aufgang erfolgte überall gleichmäßig am 8. Mai; bis zum 14. Mai waren im Stande der einzelnen Töpfe Unterschiede nicht festzustellen.

Am 18. Mai: Deutlich besserer Stand der Gefäße mit $CaCO_3$-Gabe gegen die ohne Kalk und mit $CaSO_4$. — Die Pflanzen ohne Kali weisen hellere, gelbliche Färbung auf.

Am 1. Juni: Die Schädigung durch Gips tritt noch deutlicher hervor. Bei der Düngung mit $CaCO_3$ stehen die Gefäße mit Kainit etwas weniger gut.

Am 17. Juni: Die Schädigung durch Gips macht sich besonders stark bemerkbar bei gleichzeitiger Kainitdüngung.

Am 25. Juni: Der Unterschied zwischen Kainit und den anderen Salzen in Verbindung mit $CaCO_3$ (cf. 1. Juni) hat sich wieder verwischt.

Am 2. August: Reife der Töpfe mit großer $CaCO_3$-Gabe.

Am 5. August: Reife der Töpfe mit kleiner $CaCO_3$-Gabe.

Am 8. August: Reife der Töpfe ohne Kalk.

Am 11. August: Reife der Töpfe mit $CaSO_4$-Gabe und allgemeine Ernte mit Ausnahme der Gefäße mit Gips und Kainit, deren Aberntung erst am 14. August, wo sie für reif gelten konnten, erfolgte.

Die Ergebnisse sind in Tabelle II niedergelegt.

b) Die Ernte.

Wirkung der Kalkdüngung. Die Versuche haben in dieser Beziehung ein ähnliches Ergebnis gezeitigt wie bei Kleegrasgemisch. Auch hier ist durch den kohlensauren Kalk eine Erhöhung der Ernte im Körner- wie im Strohertrag gegen ohne Kalk bewirkt worden, aber auch nicht in dem Maße, wie es bei dem kalkarmen Bodenmaterial zu erwarten stand.

Die Ernte betrug im Durchschnitt der verschiedenen Kalidüngungen:

	Körner	
	g	Ernte ohne CaO = 100
ohne CaO	79.1	100
2 g CaO als $CaCO_3$	94.5	119.5
10 g CaO als $CaCO_3$	98.7	124.8
2 g CaO als $CaSO_4$	73.8	93.3

	Stroh	
	g	Ernte ohne CaO = 100
ohne CaO	129.4	100
2 g CaO als $CaCO_3$	135.9	105.0
10 g CaO als $CaCO_3$	135.6	104.8
2 g CaO als $CaSO_4$	108.0	83.5

Günstiger als auf Stroh hatte der kohlensaure Kalk auf den Körnerertrag eingewirkt. Bei diesem betrug die Erhöhung durch die kleine $CaCO_3$-Gabe 19.5 %, durch die große 24.8 %, im Durchschnitt also 22.2 %; beim Stroh war sie bei beiden Gaben fast gleich — 5 % und 4.8 % — im Durchschnitt 4.9 %.

Demgegenüber hatte der Gips auch beim Hafer den Ernteertrag nicht unbedeutend erniedrigt. Wie bei den Vegetationsbeobachtungen bemerkt, litten die Pflanzen mit Gipsdüngung schon bald nach dem Aufgang unter dieser Schädigung, die sie auch nicht in dem Maße wie das Kleegrasgemisch im Laufe der Vegetation zu überwinden vermochten. Dieser schädigende Einfluß machte sich besonders beim Strohertrag, weniger in der Körnerernte bemerkbar, und zwar war die Ernteerniedrigung bei ersterem größer gegenüber ohne Kalk, bei letzterem höher gegenüber kohlensaurem Kalk. Im Strohertrag war im Durchschnitt der drei Kalisalze eine Erniedrigung um 16.5 % eingetreten; es waren die mit K Cl gedüngten Pflanzen um 17.2 %, die mit K_2SO_4 um 8.2 % und die mit Kainit gedüngten um 23.7 % im Ertrag gegen ohne Kalk herabgedrückt worden. Nicht so groß war die Schädigung der Körnerernte, bei der sie im Durchschnitt nur 6.7 % betrug. Hier war sogar in einem Falle, und zwar bei der kleinen K Cl-Gabe, der Ertrag durch den Gips von 71.38 g auf 82.43 g, also um 15.5 % gesteigert worden, im Durchschnitt beider K Cl-Gaben um 2.3 %, während die Ernte der mit K_2SO_4 gedüngten Gefäße um 10.0 % und der mit Kainitdüngung um 12.0 % zurückgeblieben war.

Es war also auch hier bei der Gipsdüngung dieselbe Erscheinung zu Tage getreten, wie sie beim Kleegrasgemisch ausführlicher besprochen wurde.

Wirkung der Kalidüngung. Auch bei dem Hafer haben die Kalisalze im Durchschnitt der Kalkdüngung den Ernteertrag gleichmäßig erhöht, während ihre Wirkung bei den verschiedenen Kalkgaben eine ungleiche war. Es wurden im Durchschnitt der Kalkdüngung geerntet:

	Körner g		g
ohne Kali	33.96		
K Cl, kleine Gabe	81.97	große Gabe	91.29
K_2SO_4, „ „	80.12	„ „	89.58
Kainit, „ „	83.86	„ „	92.27

		Stroh			
		g			g
K Cl,	kleine Gabe	122.0	große Gabe		136.2
$K_2 SO_4$,	„ „	118.7	„	„	130.5
Kainit,	„ „	118.5	„	„	137.4

Am günstigsten von den drei Salzen wirkte auch hier wie bei dem Kleegrasgemisch der Kainit in Verbindung mit dem kohlensauren Kalk; durch beide Gaben, besonders aber durch die größere, war die Ernte an Körnern und an Stroh gegenüber den reinen Salzen gesteigert worden. Die Erträge waren folgende:

2 g Ca O in Form von $Ca CO_3$

	Körner		Stroh		Gesamternte
		im Mittel		im Mittel	im Mittel
	g	g	g	g	g
K Cl, kleine Gabe	85.85	91.28	126.0	134.1	225.38
K Cl, große Gabe	96.70		142.2		
$K_2 SO_4$, kleine Gabe	85.95	95.54	123.0	132.4	227.94
$K_2 SO_4$, große Gabe	105.13		141.7		
Kainit, kleine Gabe	92.46	96.74	130.3	141.3	238.04
Kainit, große Gabe	101.01		152.3		

10 g Ca O in Form von $Ca CO_3$

	Körner		Stroh		Gesamternte
		im Mittel		im Mittel	im Mittel
	g	g	g	g	g
K Cl, kleine Gabe	88.22	95.92	127.0	134.8	230.72
K Cl, große Gabe	103.62		142.5		
$K_2 SO_4$, kleine Gabe	89.02	97.22	124.5	131.2	228.42
$K_2 SO_4$, große Gabe	105.42		137.9		
Kainit, kleine Gabe	98.24	102.82	127.3	140.8	243.62
Kainit, große Gabe	107.40		154.2		

Besonders in das Auge fallend ist der Mehrertrag durch Kainit bei der niederen Gabe gegenüber den gleichen Gaben K Cl und $K_2 SO_4$. Es ist dies wohl auf die Wirkung der Nebensalze zurückzuführen, die natürlich bei der geringeren Kaligabe mehr zum Ausdruck kommen konnte als bei der größeren. Diese Erscheinung ist schon früher bei Getreide beobachtet worden. So unter anderem bei einem Vegetationsversuch Maerckers[1]), bei

[1]) Arbeiten der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 56, 1901, S. 139.

dem durch Beigabe von Chlornatrium und Chlormagnesium in der Höhe der im Kainit im Durchschnitt enthaltenen Menge zu schwacher Kalidüngung mit reinen Salzen und bei ausreichender Kalkgabe eine Steigerung des Körner- und Strohertrages bei Hafer und Gerste erreicht wurde. Es betrug die Mehrernte gegenüber den reinen Salzen (Chlorkalium, kieselsaures Kalium, schwefelsaures Kalium und 40 %iges Kalisalz) durch Beidüngung von:

	Hafer		Gerste	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
	g	g	g	g
Chlornatrium	27.24	15.68	25.85	20.90
Chlormagnesium	14.70	1.00	13.95	12.05

So ist wohl auch hier die ertragsteigernde Wirkung der schwächeren Kainitgabe den Nebensalzen desselben zuzuschreiben.

Nicht so günstig wie die hochprozentigen Salze hat der Kainit gewirkt bei fehlender Kalkgabe und besonders bei Kalkdüngung in Form von Gips, wie nachstehende Zahlen zeigen.

	ohne CaO			2g CaO als $CaSO_4$		
	Körner	Stroh	Gesamternte	Körner	Stroh	Gesamternte
	g	g	g	g	g	g
KCl	78.77	135.5	214.27	80.57	112.3	192.87
K_2SO_4	77.17	122.4	199.57	69.46	112.4	181.86
Kainit	81.25	130.4	211.65	71.74	99.5	171.24

Worauf ist die günstige Wirkung der Nebensalze des Kainits, besonders wohl des Chlornatriums, zurückzuführen? Bekannt und erwiesen ist, daß das Natron das Kali zum Teil ersetzen kann. Unter anderen fand Schneidewind[1]) bei Versuchen mit Natron- und Kalisalpeter zu Hafer, daß in fast gleichen Mengen Trockensubstanz bei ersterem 4.32 g Kali und 9.17 g Natron, bei letzterem 9.08 g Kali und 5.39 g Natron aufgenommen, daß somit 3.78 g Natron für 4.76 g Kali eingetreten waren. Ein ähnliches Resultat hatten Schneidewind und Müller[2]) auch früher schon bei Zuckerrüben gefunden, wo 63 kg Natron für 40 kg Kali aufgenommen waren. In welcher Weise aber diese Vertretung des Kali durch das Natron stattfindet, ist noch nicht zur Genüge auf-

[1]) Journal für Landwirtschaft 46, 1898, S. 7.
[2]) Ebendort 44, 1896, S. 8.

geklärt. Nach Schneidewinds Untersuchungen hatte sich fast die gesamte aufgenommene Menge Natron im Stroh abgelagert, nur sehr wenig in den Körnern. Dasselbe ist auch bei unserem vorliegenden Versuch der Fall; das aus dem Kainit aufgenommene Natron ist in seiner ganzen Menge im Stroh aufgespeichert. Es sind bei der großen Gabe von kohlensaurem Kalk aufgenommen bei:

	Körner		Stroh	
	Kali g	Natron g	Kali g	Natron g
ohne Kali	0.175	0.175	0.109	2.763
K Cl	0.442 + 0.267	0.155 — 0.020	0.888 + 0.779	2.737 — 0.026
K_2SO_4	0.405 + 0.230	0.106 — 0.069	0.828 + 0.719	2.730 — 0.033
Kainit	0.515 + 0.340	0.118 — 0.057	1.119 + 1.010	3.131 + 0.368

Man nimmt bekanntlich an,[1]) daß das Kali bei der Produktion, Translokation und Niederlegung der Kohlehydrate im Pflanzenorganismus eine Rolle spielt, weil es sich vorzugsweise in denjenigen Gewebeteilen abgelagert findet, in denen diese in Wanderung begriffen sind, und nach Hellriegels und Wilfarths Untersuchungen auch die Ansammlung von Kohlehydraten in den Reserveorganen ganz und gar abhängig ist von der verfügbaren Menge von Kali. An einen Ersatz dieser Funktion des Kali durch das Natron ist nach Schneidewind[2]) indessen bei der gefundenen so ungleichmäßigen Verteilung auf Körner und Stroh kaum zu denken. Die günstige Wirkung beruht nach Genanntem vielmehr wohl einmal darauf, daß infolge der leichteren Löslichkeit und dadurch bedingten größeren Diffusibilität der Natronsalze den Pflanzen die ihnen so notwendigen Mineralsäuren, Phosphor-, Salpeter- und Schwefelsäure, leichter und schneller zugänglich gemacht werden als durch die in der Beziehung weniger günstigen Kalisalze. Sodann aber sieht Schneidewind die günstige Wirkung des Chlornatriums in dem Einfluß begründet, den die Chlorsalze auf die Lösung der Stärke durch Enzyme ausüben. Nach seinen in Gemeinschaft mit D. Meyer und F. Münter[3]) angestellten Untersuchungen konnte nämlich die Wirkung von Diastase auf Verzuckerung von Stärke durch Zusatz von 1 % NaCl um rund

[1]) A. Mayer, Agrikulturchemie, 1905, Bd. I, S. 285 ff.
[2]) Journal für Landwirtschaft 46, 1898, S. 8.
[3]) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1906, S. 919.

35 % gesteigert werden. Diese Beobachtung steht auch im Einklang mit der Wahrnehmung von Nobbe,[1]) der bei Buchweizenpflanzen, die vollkommen unter Ausschluß von Chlor in Wasserkultur gezogen waren, die grünen Organe „strotzend voll" von Stärkekörnern fand und daraus schloß, daß wegen Mangels an Chlor dem Stärkemehl die Wanderungsfähigkeit fast vollständig genommen sei, was sich zum Beispiel durch Ausbleiben der Blütenbildung äußerte.

c) Die Nährstoffaufnahme.

Das Kali. Bei der Kaliaufnahme zeigte sich dem Kleegrasgemisch gegenüber ein etwas mehr zutage tretender Unterschied in doppelter Beziehung.

Während bei diesem ein Einfluß der verschiedenen Kalkgaben auf die Kaliaufnahme so gut wie gar nicht hervorgetreten war, hatte bei dem Hafer der Gips auf die Ausnützung der Kalidüngung besser gewirkt als der kohlensaure Kalk. Letzterer hatte die Ausnützung der Kalisalze gegen ohne Kalk bei Körnern nur wenig, bei Stroh gar nicht gesteigert, der Gips sie hingegen bei beiden nicht unbeträchtlich erhöht, so daß sie in der Gesamternte um 19.7 % höher gegen ohne Kalk und um 18.1 % höher gegen kohlensauren Kalk (Durchschnitt beider Gaben) war. Die Ausnutzung war in Prozenten der Düngung folgende:

	Körner	Stroh	Körner u. Stroh
ohne CaO	10.69 %	38.17 %	48.86 %
2 g CaO als $CaCO_3$	12.66 %	39.28 %	51.94 %
10 g CaO als $CaCO_3$	11.80 %	35.36 %	47.16 %
2 g CaO als $CaSO_4$	14.35 %	44.15 %	58.50 %

Sodann wurden aus dem Kainit größere Mengen Kali aufgenommen als aus den hochprozentigen Salzen; es tritt dies deutlich hervor neben den Gaben von kohlensaurem Kalk und außerdem bei dem Stroh noch mehr als bei den Körnern. Von der in der Düngung gegebenen Menge Kali wurde aufgenommen in Prozenten:

[1]) Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. VII, 1865, S. 379.

	Körner		Stroh		Körner u. Stroh	
KCl, kleine Gabe	22.14	15.67	31.85	36.20	53.99	51.87
KCl, große Gabe	9.19		40.55		49.74	
K_2SO_4, kleine Gabe	19.99	14.18	31.35	34.47	51.34	48.65
K_2SO_4, große Gabe	8.36		37.59		45.95	
Kainit, kleine Gabe	22.93	16.59	39.89	42.16	62.82	58.75
Kainit, große Gabe	10.24		44.43		54.67	

Das Natron. Eine Steigerung der Natronaufnahme war nur durch den Kainit bewirkt worden, wie die nachstehende Zusammenstellung ergibt. Die Aufnahme an Natron war:

	Körner		Stroh		Körner und Stroh	
	g	im Mittel	g	im Mittel	g	im Mittel
ohne Kali	0.175	g	2.763	g	2.938	g
KCl, kleine Gabe	0.185	0.155—0.020	2.794	2.737—0.026	2.979	2.891—0.047
KCl, große Gabe	0.124		2.679		2.803	
K_2SO_4, kleine Gabe	0.169	0.106—0.069	2.826	2.730—0.033	2.995	2.836—0.102
K_2SO_4, große Gabe	0.042		2.634		2.676	
Kainit, kleine Gabe	0.118	0.118—0.057	2.977	3.131+0.368	3.095	3.249+0.311
Kainit, große Gabe	0.118		3.284		3.402	

Wir finden, wie schon bemerkt, die bekannte Erscheinung bestätigt, daß die gesamte aus den Nebensalzen des Kainit aufgenommene Natronmenge sich im Stroh abgelagert hat, während in den Körnern davon nichts aufgespeichert ist.

Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Natron ist auch durch die Aufnahme aus dem Kainit gegenüber ohne Kali nicht erhöht worden; die Pflanzen haben bereits mit der Natronsalpeterdüngung genügende Mengen erhalten. Die Trockensubstanz enthielt an Natron:

	Körner	Stroh
ohne Kali	0.40 %	3.37 %
KCl	0.16 %	2.03 %
K_2SO_4	0.11 %	2.08 %
Kainit	0.11 %	2.23 %

Der Kalk. Einen Einfluß auf die Kalkaufnahme haben die verschiedenen Kalisalze auch hier nicht gezeigt; die aufgenommenen Mengen sind bei den verschiedenen Salzen nahezu gleich. Es wurde an Kalk aufgenommen:

	Körner		Stroh		Körner und Stroh	
	g	im Mittel	g	im Mittel	g	im Mittel
ohne Kali	0.360	g	2.209	g	2.569	g
KCl, kleine Gabe	0.673	0.722 + 0.362	3.226	3.207 + 0.998	3.899	3.929 + 1.360
KCl, große Gabe	0.770		3.188		3.958	
K_2SO_4, kleine Gabe	0.767	0.807 + 0.447	3.111	3.070 + 0.861	3.878	3.877 + 1.308
K_2SO_4, große Gabe	0.848		3.028		3.876	
Kainit, kleine Gabe	0.768	0.826 + 0.466	3.021	3.022 + 0.813	3.789	3.848 + 1.279
Kainit, große Gabe	0.885		3.022		3.907	

Naturgemäß war die Ausnutzung des Kalkes durch den Hafer nicht so stark wie bei dem kalkbedürftigen Kleegrasgemisch. Es wurden hier in Prozenten der Düngung aufgenommen bei

	Körner	Stroh	Körner u. Stroh
2 g CaO als $CaCO_3$	0.75 %	2.43 %	3.18 %
10 g CaO als $CaCO_3$	0.64 %	0.66 %	1.30 %
2 g CaO als $CaSO_4$	1.05 %	1.07 %	2.12 %

Die Ausnutzung des Gipses gegenüber dem kohlensauren Kalk war hier eine bessere als beim Kleegrasgemisch, hier zu 2.12 % gegen im Mittel 2.24 %, dort zu 1.88 % gegen im Mittel 6.05 %.

Der prozentische Gehalt der Trockensubstanz an Kalk war bei Körnern wie bei Stroh durch die Kalkdüngung erhöht worden, durch Gips sogar mehr als durch die gleiche Menge in Form von $CaCO_3$. Er betrug im Durchschnitt:

	Körner	Stroh
ohne Kalk	0.15 %	0.53 %
2 g CaO als $CaCO_3$	0.18 %	0.61 %
10 g CaO als $CaCO_3$	0.33 %	0.67 %
2 g CaO als $CaSO_4$	0.25 %	0.70 %

Das Chlor. Die aus der Düngung aufgenommene Chlormenge wurde den bekannten Erfahrungen gemäß fast ausschließlich im Stroh abgelagert, während das in den Körnern aufgespeicherte Chlor auch bei den hohen Gaben chlorhaltiger Kalisalze so gut wie keine Vermehrung erfahren hatte und der Prozentgehalt daran derselbe geblieben war. Die größten Mengen wurden auch hier aus dem Kainit, dann aus dem KCl aufgenommen; dementsprechend war auch der Prozentgehalt der Trockensubstanz des Strohes an Chlor erhöht. Die Chloraufnahme war im Durchschnitt der beiden Kaligaben nachstehende:

	Körner		Stroh	
	g	% in der Trockensubstanz	g	% in der Trockensubstanz
ohne Kali	0.053	0.04	1.880	0.72
KCl	0.122+0.069	0.03	6.096+4.216	1.13
K_2SO_4	0.103+0.050	0.03	3.130+1.250	0.63
Kainit	0.120+0.067	0.03	7.293+5.413	1.42

3. Kartoffeln in Tongefäßen.

Diese Versuchsreihe wich von den beiden vorhergehenden insofern ab, als statt der Gefäße aus Zink solche aus Ton von größerem Rauminhalt zur Verwendung kamen; ein Gefäß faßte 9000 g trockenes Sand-Torfgemisch. Angesetzt wurden je vier Kontrollgefäße.

Die Grunddüngung pro Gefäß war:

1 g N in Form von Natronsalpeter,
2 g wasserlösliche P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat,
1 g $MgSO_4$.

1 g N als Natronsalpeter wurde in vier Gaben zu je 0.25 g als Kopfdünger am 26. Juni, 5. Juli, 10. Juli und 17. Juli in Wasser gelöst gegeben.

Im übrigen war der Düngungsplan der gleiche wie bei Kleegras und Hafer, nur daß im Verhältnis zur größeren Oberfläche und zum größeren Bodenquantum der Gefäße die absolute Menge Kali — gleichfalls 2 bezw. 6 dz KCl pro Hektar entsprechend — eine höhere war, und ebenso die Kalkgabe, die 3 bezw. 15 g CaO als $CaCO_3$ und 3 g CaO als $CaSO_4$ pro Gefäß betrug.

Gepflanzt wurde am 22. Mai pro Gefäß eine Knolle der Richterschen Züchtung „Professor Maercker".

a) Vegetationsbeobachtungen.

Allgemeiner gleichmäßiger Aufgang am 5. Juni.

Am 24. Juni: Bei ohne Kali weniger hohe Pflanzen von dunklerer Färbung.

Am 26. Juni: Die Gefäße mit Gips sind in der Entwickelung etwas hinter denen mit $CaCO_3$-Gabe zurückgeblieben.

Am 2. Juli: Die große Kaligabe macht sich gegenüber der kleinen deutlich bemerkbar durch besseren, kräftigeren Stand der Pflanzen, die auch ein lebhafteres Grün zeigen. — Bei Gips stehen die Töpfe mit kleiner Kaligabe am wenigsten gut.

Am 14. Juli: Allgemeine Blüte.

Am 9. August: Gipsdüngung scheint die Reife zu verzögern; das Kraut ist frischer und weniger abgestorben als das der anderen Gefäße.

Am 18. August: Allgemeine Reife.

Am 28. August: Ernte.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle III zusammengestellt.

b) Die Ernte.

Wirkung der Kalkdüngung. Während bei Kleegrasgemisch und Hafer eine Ertragsverminderung durch den Gips festgestellt werden konnte, hat er bei dem Kartoffelversuch nicht nur nicht schädigend gewirkt, sondern sogar den Ernteertrag in gleich günstiger Weise beeinflußt wie der kohlensaure Kalk.

Es wurde an Trockensubstanz im Durchschnitt der verschiedenen Kalisalze geerntet:

	Knollen		Kraut	
		Ernte ohne CaO		Ernte ohne CaO
	g	= 100	g	= 100
ohne CaO	220.7	100	139.6	100
3 g CaO als $CaCO_3$	285.5	129.4	130.6	93.6
15 g CaO als $CaCO_3$	286.1	129.6	120.2	86.1
3 g CaO als $CaSO_4$	278.5	126.2	154.9	111.0

Auf den Knollenertrag hatten also die zwei Kalkformen im Mittel beider Kaligaben etwa gleichmäßig erhöhend gewirkt, der kohlensaure Kalk etwas mehr als der Gips: den Ertrag ohne Kalk = 100 gesetzt, war die Ernte durch kohlensauren Kalk = 129.4 bezw. 129.6, durch Gips = 126.2. Verschieden war der Einfluß der Kalkformen auf die Krauternte, die durch den kohlensauren Kalk — ohne Kalk = 100 gesetzt — auf 93.6 bezw. 86.1 erniedrigt, durch Gips aber auf 111.0 erhöht worden war.

Diese günstige Wirkung der Gipsdüngung hatte selbst eine zu Anfang der Vegetation durch sie hervorgerufene Verzögerung im Wachstum nicht verhindern können, wenn auch die Folge derselben noch am Schluß sich insofern zeigte, als das Kraut der betr. Gefäße noch nicht in dem Maße abgestorben war, als das der übrigen.

Der günstige Einfluß der Gipsdüngung zeigte sich auch in Bezug auf die Stärkebildung; es wurden durch sie die prozentisch stärkereichsten Knollen und, trotzdem der Knollenertrag bei $CaCO_3$-Düngung noch etwas höher lag, dennoch auch die höchsten Stärkemengen erzielt. In demselben Verhältnis war auch der Gehalt der Knollen an Trockensubstanz beeinflußt.

	Knollen, frisch	darin Trockensubstanz	darin Stärke	
	g	%	g	%
ohne CaO	1070.7	20.6	14.7	157.4
3 g CaO als $CaCO_3$	1364.5	20.9	14.9	203.3
15 g CaO als $CaCO_3$	1332.3	21.5	15.5	206.5
3 g CaO als $CaSO_4$	1209.8	23.0	17.2	208.1

Die Gipsdüngung hatte also in unserem nährstoffarmen Bodengemisch in jeder Beziehung, qualitativ und quantitativ, gut auf die Kartoffelernte eingewirkt. Diese im Gegensatz zu den Versuchen mit Kleegras und Hafer stehende Erscheinung dürfte indessen ihre Erklärung finden einmal in der Verwendung von Tongefäßen, wodurch also der schädigende Einfluß der eventl. löslich gewordenen Zinksalze ausgeschaltet wurde, sodann aber besonders in der großen Kalkarmut des verwandten Bodengemisches, infolge deren die Kartoffel ihr Kalkbedürfnis auch aus dem Gips hat decken können. Daß bei einem weniger kalkbedürftigen Boden diese hier beobachtete Wirkung nicht eintritt, lehren die bereits erwähnten Versuche von D. Meyer [1]), der die Wirkung verschiedener Kalkformen in Naturböden mit nicht so ausgesprochenem Kalkbedürfnis prüfte und bei allen Versuchspflanzen — Rotklee, Senf, Hafer und Kartoffeln — eine negative Wirkung des Gipses feststellte. So erntete er zum Beispiel bei dem Versuch mit Kartoffeln:

[1]) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1910, Ergänzungsband III, S. 287 ff.

	Knollen		Kraut
	frisch	trocken	trocken
ohne CaO	2165.5	549.0	102.5
CaO als $CaCO_3$	2217.2	571.4	115.4
CaO als $CaSO_4$	2106.6	513.1	111.2

Die günstige Wirkung des Gipses zu Kartoffeln bei obigem Versuch darf daher nicht auf praktische Verhältnisse übertragen werden.

Wirkung der Kalidüngung. Auch bei dem vorliegenden Kartoffelversuch hat sich betreffs der Wirkung des Kainits im Vergleich zu den reinen Salzen dasselbe Bild ergeben wie bei Kleegras und Hafer: Sein besonders ertragsteigernder Einfluß in Gegenwart genügender Mengen kohlensauren Kalkes und Zurücktreten desselben, wenn der Kalk fehlt oder in Form von Gips gegeben wird, während die reinen Salze sich als weniger abhängig von der Kalkdüngung oder der Form derselben zeigten. Die Ernte betrug bei der Düngung mit $CaCO_3$:

	3 g CaO als $CaCO_3$				15 g CaO als $CaCO_3$			
	Knollen		Kraut		Knollen		Kraut	
	g		g		g		g	
KCl, kleine Gabe	225.5	270.8	114.6	127.3	251.5	276.9	106.9	113.6
KCl, große Gabe	316.0		140.0		302.3		120.2	
K_2SO_4, kleine Gabe	228.9	261.9	117.5	122.1	252.2	276.9	113.2	112.2
K_2SO_4, große Gabe	294.8		126.7		301.6		111.1	
Kainit, kleine Gabe	241.8	323.9	127.6	142.4	255.9	304.5	120.5	134.8
Kainit, große Gabe	406.0		157.1		353.1		149.0	

Auf den Knollenertrag wie auf die Krautbildung hat also der Kainit bei gleichzeitiger Düngung mit kohlensaurem Kalk recht günstig eingewirkt und den reinen Salzen gegenüber, die unter sich größere Unterschiede in der Wirkung nicht gezeigt, eine beträchtliche Mehrernte hervorgebracht. Die Größe der Kalkgabe blieb hierbei zum mindesten ohne Einfluß; es waren sogar Knollen- wie Krautertrag durch die höhere Gabe $CaCO_3$ herabgedrückt worden, ein Umstand, der vielleicht in einer Sorteneigentümlichkeit seine Erklärung findet. Gleichfalls überlegen den reinen Salzen, doch nicht in demselben Maße wie bei $CaCO_3$-düngung, zeigte sich der Kainit bei fehlender Kalkdüngung, wo

auch eine Mehrernte an Knollen und Kraut erzielt wurde, wogegen er in Verbindung mit Gipsdüngung im Knollenertrag mit KCl etwa gleichen, gegenüber K_2SO_4, das hier besonders gut gewirkt hatte, bedeutend schlechteren Ertrag brachte. In der Krauternte zeigte er sich wieder den reinen Salzen etwas überlegen:

	ohne CaO				3 g CaO als $CaSO_4$			
	Knollen		Kraut		Knollen		Kraut	
	g		g		g		g	
KCl, kleine Gabe	158.7	190.8	128.5	133.5	226.1	267.6	154.0	155.2
KCl, große Gabe	222.8		138.5		309.0		156.4	
K_2SO_4, kleine Gabe	180.0	234.4	129.0	136.4	266.5	305.2	142.0	148.4
K_2SO_4, große Gabe	288.7		143.7		343.9		154.8	
Kainit, kleine Gabe	195.6	237.0	129.5	148.9	221.1	262.7	147.2	161.2
Kainit, große Gabe	278.3		168.3		304.3		175.1	

Durch die im Vergleich zu Klee günstigere Wirkung des Kainit, auch bei fehlender Kalk- und bei Gipsdüngung, hat er im Durchschnitt aller Kalkdüngungen zumal in der großen Gabe besser gewirkt, als die hochprozentigen Salze, die beide eine gleichmäßige Erhöhung der Ernte hervorgerufen hatten. Bei den niederen Gaben zeigen die drei Salze einen Unterschied nicht.

Die Erträge stellten sich im Durchschnitt der Kalkdüngung wie folgt:

	Knollen	Kraut
	g	g
ohne Kali	110.1	110.9
KCl, kleine Gabe	215.5	126.0
KCl, große Gabe	287.5	138.8
K_2SO_4, kleine Gabe	231.9	125.4
K_2SO_4, große Gabe	307.3	134.1
Kainit, kleine Gabe	228.6	131.2
Kainit, große Gabe	336.4	162.4

In Bezug auf Stärkebildung hat dieser Versuch ein mit den Erfahrungen der Praxis nicht übereinstimmendes Ergebnis geliefert. Wie aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich, hat nämlich bei der allgemeinen Erhöhung der Stärkeprozente und Stärkemengen, die in dem kaliarmen Bodenmaterial wie zu erwarten erzielt wurde, der Kainit gegenüber den reinen Salzen

und besonders bei der großen Kaligabe bedeutend besser abgeschnitten, ein Ergebnis, das, wie gesagt, sich mit den Erfahrungen der Praxis nicht deckt, wo ja stets die Rohsalze den reinen Salzen gegenüber den Stärkemehlgehalt herabgedrückt haben. Unser Versuch ergab in den Knollen:

	Stärke	
	%	g
ohne Kali	12.9	75,78
K Cl, kleine Gabe	15.1	155.81
K Cl, große Gabe	15.3	208.78
$K_2 SO_4$ kleine Gabe	15.2	167.72
$K_2 SO_4$ große Gabe	16.0	255.44
Kainit, kleine Gabe	15.2	163.40
Kainit, große Gabe	16.7	249.40

Es hatte also hier die kleine Kaligabe bei allen drei Salzen ungefähr gleich gewirkt, während bei den großen Gaben der Kainit trotz seines hohen Gehaltes an für die Kartoffel so schädlichen Chlorverbindungen den Prozentgehalt und die absolute Menge Stärke gegen die reinen Salze, besonders gegen K Cl, beträchtlich erhöht hat.

Dieses von den sonstigen Erfahrungen so vollkommen abweichende Ergebnis ist wohl einmal auf die geringe Menge an Bodenmaterial zurückzuführen, die hier für die Pflanzenproduktion zur Verfügung stand, und dann vor allem auf die Armut desselben an mineralischen Nährstoffen, so daß hier der für die Stärkebildung schädliche Einfluß der Chloride durch die allgemeine günstige Wirkung der Nebensalze der Düngung zurückgedrängt und in seiner Wirkung aufgehoben worden ist. Es zeigt sich auch hier die so oft gemachte Erfahrung bestätigt, daß Vegetations- und Feldversuch ein einander widersprechendes Ergebnis zeitigen, und daß also ersterer nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragen werden darf und kann.

c) Die Nährstoffaufnahme.

Das Kali. Größere Unterschiede in der Kaliaufnahme aus den drei Salzen haben sich auch hier nicht ergeben. Die Mehraufnahme gegen ohne Kali betrug:

	Knollen		Kraut	
	g	in % der Düngung	g	in % der Düngung
KCl, kleine Gabe	1.733	70.0	0.709	28.6
KCl, große Gabe	3.784	50.9	2.933	39.5
K_2SO_4, kleine Gabe	1.953	78.9	0.570	23.0
K_2SO_4, große Gabe	4.431	59.7	2.588	34.8
Kainit, kleine Gabe	1.917	77.4	0.525	21.2
Kainit, große Gabe	4.644	62.5	2.520	33.9

	Knollen und Kraut		
	g	in % der Düngung	im Mittel
KCl, kleine Gabe	2.442	98.6	94.5
KCl, große Gabe	6.717	90.4	
K_2SO_4, kleine Gabe	2.523	101.9	98.2
K_2SO_4, große Gabe	7.019	94.5	
Kainit, kleine Gabe	2.442	98.6	97.5
Kainit, große Gabe	7.164	96.4	

Die aus den drei Kalisalzen bei gleichen Gaben in der Gesamternte aufgenommenen Mengen sind also im wesentlichen die gleichen. Verschieden aber hat sich die Verteilung der abgelagerten Mengen auf Knollen und Kraut bei der kleinen und großen Kaligabe gestaltet. Während bei den kleinen Gaben die bei weitem größte Menge — im Durchschnitt der drei Salze 75.1 % — in die Knollen, eine geringere Menge — im Durchschnitt 24,3 % — in das Kraut gegangen ist, zeigen diese Zahlen bei der großen Gabe ein weit engeres Verhältnis; es sind hier im Durchschnitt 57.1 % in den Knollen und 36.1 % im Kraut abgelagert. Dadurch ist der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Kali verschieden beeinflußt worden. Bei den Knollen ist er durch die große Gabe im Durchschnitt der drei Salze von 1.38 % auf 1.76 %, also nur um 0.38 %, bei dem Kraut hingegen von 0.97 % auf 2.32 %, also um 1.35 % gesteigert, wie folgende Tabelle ergibt:

	Knollen % Kali				
ohne Kali	1.20				
KCl, kleine Gabe	1.38	im	große Gabe	1.71	im
K_2SO_4, kleine Gabe	1.38	Mittel	große Gabe	1.82	Mittel
Kainit, kleine Gabe	1.39	1.38	große Gabe	1.74	1.76

	Kraut % Kali			
ohne Kali	0.56			
K Cl, kleine Gabe	1.07	im Mittel 0.97	große Gabe	2.59	im Mittel 2.32
K_2SO_4, kleine Gabe	0.97		große Gabe	2.43	
Kainit, kleine Gabe	0.88		große Gabe	1.94	

Es hat hier aus der großen Kaligabe eine ziemliche Luxusaufnahme an Kali stattgefunden; die im Überschuß aufgenommenen Mengen sind zumeist im Kraut abgelagert worden. Daher die beträchtliche Erhöhung des prozentischen Gehaltes der Trockensubstanz daran.

Durch die verschiedene Kalkdüngung ist auf die Kalientnahme aus den drei Salzen ein merkbarer Einfluß nicht ausgeübt worden, mit Ausnahme vielleicht der niedrigen Gabe $CaCO_3$, die eine etwas erhöhte Ausnützung bewirkt hat. Die Aufnahme in der Gesamternte stellte sich im Durchschnitt der drei Salze bei:

ohne CaO	4.469 g
3 g CaO als $CaCO_3$	5.114 g
15 g CaO als $CaCO_3$	4.657 g
3 g CaO als $CaSO_4$	4.631 g

Das Natron. Die Natronaufnahme bei den verschiedenen Kalisalzen — die Bestimmung wurde auch hier nur in der Reihe mit großer Kalkgabe als $CaCO_3$ ausgeführt — war folgende:

	Knollen g	Kraut g	Knollen und Kraut g
ohne Kali	0.961	1.978	2.939
K Cl	1.327+0.366	1.958—0.020	3.285+0.346
K_2SO_4	1.599+0.638	2.659+0.681	4.258+1.319
Kainit	1.315+0.354	2.193+0.215	3.508+0.569

Im allgemeinen nimmt die Kartoffel das Natron nur wenig auf, mag es ihr als Chilisalpeter oder in den Nebensalzen der Kalidüngung geboten werden. Wenn bei diesem Versuche schon bei fehlender Kalidüngung größere Mengen davon aufgenommen sind, so ist dies wohl auch auf die Nährstoffarmut und die geringe Menge des Bodenmaterials zurückzuführen, vielleicht auch darauf, daß die Kartoffel sich des Natrons in den Gefäßen nicht so erwehren kann wie im Freilande. Die Mehraufnahme

in den Reihen mit Kainit und K Cl ist gegen ohne Kali nur gering; wunderbarerweise aber ist sie bedeutend größer bei der Düngung mit K_2SO_4, eine Erscheinung, die, wie wir sehen werden, bei dem zweiten Kartoffelversuch in ähnlicher Weise sich zeigt. Vor allem tritt dies bei der großen Gabe K_2SO_4 hervor. Dadurch ist auch der Prozentgehalt der Krauttrockensubstanz an Natron — die Hauptmenge Natron kommt in dem Kraut zur Ablagerung — entsprechend erhöht, durch Kainit und K Cl nicht. Er beträgt bei:

	Knollen %	Kraut %
ohne Kali	0.73	2.12
K Cl	0.46	1.73
K_2SO_4	0.55	2.37
Kainit	0.43	1.63

Der Kalk. Die Kalkaufnahme war im Durchschnitt der verschiedenen Kalkdüngungen folgende:

	Knollen g		Kraut g	
ohne Kali	0.981		10.167	
K Cl, kleine Gabe	1.445	1.702+0.721	12.251	13.036+2.869
K Cl, große Gabe	1.959		13.820	
K_2SO_4, kleine Gabe	1.776	2.008+1.027	12.254	12.225+2.058
K_2SO_4, große Gabe	2.239		12.198	
Kainit, kleine Gabe	1.753	2.001+1.020	12.414	13.585+3.418
Kainit, große Gabe	2.249		14.755	

	Knollen und Kraut	
ohne Kali	11.148	
K Cl, kleine Gabe	13.696	14.738+3.590
K Cl, große Gabe	15.779	
K_2SO_4, kleine Gabe	14.030	14.233+3.085
K_2SO_4, große Gabe	14.435	
Kainit, kleine Gabe	14.167	15.586+4.438
Kainit, große Gabe	17.004	

Bei den Kartoffeln ist also die Kalkaufnahme durch die drei Kalisalze nicht ganz gleichmäßig beeinflußt worden; es hat der Kainit auf die Ausnützung am günstigsten gewirkt, während

wir bei Kleegras und Hafer einen größeren Unterschied in dieser Beziehung nicht feststellen konnten. Es wurden im Durchschnitt beider Kaligaben aufgenommen bei K Cl 4.27 %, bei K_2SO_4 3.67 % und bei Kainit 5.27 % der gegebenen Kalkmenge.

Die Ausnützung der Kalkformen zeigt die folgende Zusammenstellung. Es kamen zur Aufnahme in Prozenten der Düngung bei:

	Knollen %	Kraut %	Knollen und Kraut %
3 g CaO als $CaCO_3$	0.45	1.63	2.08
15 g CaO als $CaCO_3$	0.48	0.95	1.43
3 g CaO als $CaSO_4$	1.54	9.36	10.90

Es hatten danach die Kartoffeln den Gips bei weitem besser ausgenützt als den kohlensauren Kalk, zu 10.90 % gegen 2.08 % beim kohlensauren Kalk.

Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Kalk betrug bei:

	Knollen %	Kraut %
ohne CaO	0.15	1.96
3 g CaO als $CaCO_3$	0.14	2.24
15 g CaO als $CaCO_3$	0.22	2.78
3 g CaO als $CaSO_4$	0.19	2.51

Durch die Kalkdüngung war also nur beim Kraut eine Erhöhung des prozentischen Gehaltes an Kalk eingetreten; es hatte zur gleichen Gabe $CaCO_3$ der Gips etwas mehr erhöhend gewirkt.

Das Chlor. Für das Chlor zeigt die Kartoffel eine größere Aufnahmefähigkeit als für das Natron; auch bei dem vorliegenden Versuch sind die chlorhaltigen Kalisalze ziemlich stark ausgenützt worden. Es betrug die aufgenommene Menge Cl bezw. der Prozentgehalt der Trockensubstanz daran bei:

	Knollen		Kraut	
	g	% in der Trockensubstanz	g	% in der Trockensubstanz
ohne Kali	0.662	0.16	3.332	0.75
K Cl	3.151+2.489	0.30	10.610+ 7.278	1.99
K_2SO_4	1.949+1.287	0.18	4.323+ 0.991	0.83
Kainit	4.074+3.412	0.34	13.337+10.005	2.23

Bei den Knollen ist durch KCl und Kainit der prozentische Gehalt an Chlor in etwa gleicher Weise um das Doppelte ge-

steigert worden. Beim Kraut, in dem sich bekanntermaßen der bei weitem größte Teil des Cl ablagert, war diese Erhöhung noch größer, durch den Kainit etwa die dreifache, durch KCl die zweieinhalbfache. Die Kartoffeln haben also nicht unbedeutende Mengen des für sie im allgemeinen so schädlichen Stoffes aus den Salzen aufgenommen, zumal aus dem Kainit, und trotzdem war durch letzteren, wie wir gesehen, der Höchststärkegehalt und die größte Stärkemenge erzielt worden.

Anschließend an die vorstehend beschriebenen Versuche sollte in einer zweiten Versuchsreihe unter etwas abgeänderten Bedingungen speziell der Einfluß der Chlorverbindungen der Rohsalze auf Stärke- und Zuckergehalt der Kartoffeln und Zuckerrüben geprüft werden.

Wenn den Kartoffeln und Zuckerrüben einmal ein größeres Bodenquantum und vor allem in demselben eine reichlichere Menge an Bodennährstoffen zur Verfügung gestellt wurden, so war zu erwarten, daß die Versuchspflanzen nicht in derselben Weise auf die zugegebene Kalidüngung reagieren würden, wie in dem viel geringeren und viel nährstoffärmeren Bodenmaterial der ersten Versuche. Durch diese Abänderung sollten die Versuche also mehr den Bedingungen der Praxis angepaßt werden. Statt der kleineren Zink- bezw. Tongefäße kamen die sogenannten Schützenbachschen Kästen zur Verwendung, viereckige Gefäße aus Eisenblech, oben etwas weiter als am Boden, die bekanntlich in älteren Zuckerfabriken zur Aufnahme der fertigen Füllmasse behufs Abkühlung und Abscheidung des Zuckers benutzt wurden. Die Maße der Kästen waren folgende: Bodenfläche 42×42 cm, Höhe 35 cm, Oberfläche 47×53 cm (= $^1/_4$ qm). Jeder Kasten faßte 75 kg Bodentrockensubstanz, die aus 90 % Sand und 10 % humosem Lößlehm[1]) bestand.

Als Grunddüngung erhielt jeder Kasten

4 g N in Form von $(NH_4)_2SO_4$,
8 g wasserlösliche P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat,
4 g $MgSO_4$.

[1]) Der humose Lößlehm enthält im Durchschnitt 0.115 % N, 0.092 % P_2O_5, 0.336 % K_2O, 0.656 % CaO.

Die Kalidüngung wurde wiederum gegeben als KCl, K_2SO_4 und Kainit in Mengen entsprechend 3 und 6 dz KCl pro ha.

Angesetzt wurden je drei Parallelkästen.

4. Kartoffeln in Schützenbachschen Kästen.

Sorte: „Professor Maercker", Richtersche Züchtung; in jedem Kasten ein Busch. Die Ergebnisse siehe Tabelle IV.

a) Die Ernte.

Aus den schon erörterten Gründen ist hier die ertragsteigernde Wirkung der Kalidüngung auf den Knollenertrag nicht in dem Maße hervorgetreten wie bei den Versuchen in den kleineren Vegetationsgefäßen, obschon — besonders durch die großen Kaligaben — auch hier noch recht ansehnliche Mengen mehr gegen ohne Kali geerntet wurden. Bei der schwächeren Düngung (entsprechend 3 dz KCl pro ha) hatten Kainit und K_2SO_4 etwa gleich und besser gewirkt als KCl, das so gut wie keinen Mehrertrag gebracht hatte, wogegen bei der großen Gabe (entsprechend 6 dz KCl pro ha) sich die beiden reinen Salze dem Rohsalz, dem Kainit, gegenüber als reichlich überlegen gezeigt hatten. Es wurden geerntet von je drei Kästen an Knollen:

	Frischgewicht	Trockensubstanz	
	g	%	g
ohne Kali	2178.0	22.9	498.3
KCl, kleine Gabe	2191.0	22.1	484.9
KCl, große Gabe	2729.0	22.3	608.4
K_2SO_4, kleine Gabe	2385.0	22.0	523.7
K_2SO_4, große Gabe	2744.0	22.2	610.1
Kainit, kleine Gabe	2344.0	22.4	525.3
Kainit, große Gabe	2497.0	20.0	500.6

Die Krauternte war durch die stärkere Kalidüngung so gut wie gar nicht beeinflußt, durch die schwächere gegen ohne Kali etwas verringert worden.

Hinsichtlich der Einwirkung der Kalidüngung auf den Stärkegehalt der Kartoffeln hat dieser Versuch ein anderes Ergebnis gezeitigt als der in den kleineren Gefäßen ausgeführte. Während

dort die Kalisalze ohne Ausnahme eine Erhöhung des prozentischen Stärkegehaltes gegenüber ohne Kali hervorgerufen hatten, ist hier im Einklang mit den Erfahrungen der Praxis überall durch sie eine Erniedrigung eingetreten, auch durch das schwefelsaure Kali. Die kleineren Gaben aller drei Salze haben etwa gleichmäßig erniedrigend gewirkt, von 17.1 % auf im Mittel 16.3 %, bei der großen Gabe die reinen Salze auch — von 17.1 % auf im Durchschnitt 16.4 % —, bedeutend mehr aber der Kainit, der den Stärkegehalt auf 14.2 % herabgedrückt hat. Trotz dieser Erniedrigung des prozentischen Gehaltes liegen die bei der großen Gabe der reinen Salze geernteten absoluten Mengen Stärke infolge des vermehrten Ernteertrages nicht unbedeutend höher, während durch die niedrige Gabe ein Gewinn nicht erzielt ist. Die Ernte beträgt:

	Knollen frisch	Stärke	
	g	%	g
ohne Kali	2178.0	17.1	372.44
KCl, kleine Gabe	2191.0	16.3	357.13
KCl, große Gabe	2729.0	16.5	450.28
K_2SO_4, kleine Gabe	2385.0	16.2	386.37
K_2SO_4, große Gabe	2744.0	16.4	450.02
Kainit, kleine Gabe	2344.0	16.6	389.10
Kainit, große Gabe	2497.0	14.2	354.57

b) Nährstoffaufnahme.

Das Kali. In der Ausnützung der drei Salze durch die Kartoffeln haben sich größere Unterschiede nicht gezeigt; es wurden im Durchschnitt beider Gaben aus dem K_2SO_4 und dem Kainit etwa gleiche Mengen, aus KCl etwas weniger in der Gesamternte wieder gefunden.

Wie die aus der Düngung aufgenommenen Mengen erkennen lassen, ist die Ausnützung der Kalidüngung eine bei weitem nicht so hohe gewesen wie bei dem Versuch in kleineren Vegetationsgefäßen mit weniger und kaliärmeren Bodenmaterial. Während dort im Durchschnitt der drei Salze 96.7 % der gegebenen Menge zur Aufnahme gekommen waren, finden wir bei diesem Versuch nur 58.6 % wieder. Dagegen haben hier die Kartoffeln die in dem Sanderdegemisch vorhandenen größeren Mengen an aufnehmbarem Kali sehr stark ausgenützt, wie aus

dem prozentischen Gehalt der Trockensubstanz an Kali hervorgeht, der trotz des viel größeren Ernteertrages wesentlich höher liegt als bei dem andern Versuch. Die Hauptmenge Kali ist in dem Kraut abgelagert, so daß sich hier das umgekehrte Verhältnis zwischen Kraut und Knollen ergibt, wie bei dem vorigen Versuch. Dort finden sich im Durchschnitt der drei Kalisalze 66.6 % der gegebenen Düngung in den Knollen und 30.3 % im Kraut wieder, hier dagegen 21.5 % in den Knollen und 36.9 % im Kraut.

Die Mehraufnahme an Kali betrug:

	Knollen		Kraut	
	g	% der Düngung	g	% der Düngung
KCl, kleine Gabe	2.171	15.3	5.627	39.7
KCl, große Gabe	6.175	21.8	8.618	30.4
K_2SO_4, kleine Gabe	3.279	23.1	5.861	41.3
K_2SO_4 große Gabe	7.112	25.1	9.509	33.5
Kainit, kleine Gabe	3.436	24.2	6.304	44.4
Kainit, große Gabe	5.638	19.2	9.260	32.6

	Knollen und Kraut		
	g	% der Düngung	im Mittel
KCl, kleine Gabe	7.798	55.0	53.6
KCl, große Gabe	14.792	52.2	
K_2SO_4, kleine Gabe	9.140	64.4	61.5
K_2SO_4, große Gabe	16.621	58.6	
Kainit, kleine Gabe	9.740	68.6	60.6
Kainit, große Gabe	14.898	52.5	

Das Natron. Es wurden aufgenommen im Durchschnitt beider Kaligaben:

	Knollen	Kraut	Knollen und Kraut
	g	g	g
ohne Kali	0.624	2.629	3.253
KCl	0.906+0.282	2.829+0.200	3.735+0.482
K_2SO_4	1.247+0.623	3.156+0.527	4.403+1.150
Kainit	0.817+0.193	1.406—1.223	2.223—1.030

Auch hier zeigt sich, wie schon oben bemerkt, die auffallende Erscheinung, daß die größte Menge Natron bei der Düngung mit K_2SO_4, die geringste bei Kainit — hier sogar weniger als ohne Kali — aufgenommen ist, und zwar ist die

Mehraufnahme bei der niederen Gabe K_2SO_4 größer als bei der höheren. Der Prozentgehalt an Natron ist dadurch bei den Knollen durch K_2SO_4 erhöht, sonst ungefähr gleich ohne Kali geblieben, bei Kraut durch Kainit erniedrigt, durch K_2SO_4 und KCl etwas erhöht worden.

Daß die Kartoffeln in der Natronaufnahme weit hinter den Zuckerrüben zurückstehen, werden wir aus dem nächsten Versuch ersehen.

Das Chlor. Hier zeigt sich dasselbe Bild wie beim vorstehenden Versuch mit Kartoffeln: Starke Aufnahmefähigkeit für das Chlor und Ablagerung der Hauptmenge im Kraut; dadurch Steigerung des prozentischen Gehaltes der Trockensubstanz daran, bei den Knollen weniger als beim Kraut. Nur haben hier, wie wir gesehen, die Chloride erniedrigend auf den Stärkegehalt eingewirkt. Die größten Mengen sind ebenfalls aus dem Kainit aufgenommen.

Für Chlor zeigt übrigens die Kartoffel eine größere Aufnahmefähigkeit als die Zuckerrübe, wie wir sehen werden.

Die abgelagerten Mengen und der Gehalt der Trockensubstanz an Cl waren folgende:

	Knollen		Kraut	
	g	% in der Trockensubstanz	g	% in der Trockensubstanz
ohne Kali	0.936	0.18	2.214	0.80
KCl	1.724+0.788	0.30	3.930+1.716	1.45
K_2SO_4	1.236+0.300	0.21	2.369+0.155	0.89
Kainit	2.393+1.457	0.44	5.375+3.161	2.07

5. Zuckerrüben in Schützenbachschen Kästen.

Die Versuchsanstellung war die gleiche wie beim Kartoffelversuch, nur daß in jedem Kasten statt eines Kartoffelbusches vier Rüben standen, und daß pro Kasten noch eine Kopfdüngung von 4 g N in Form von Natronsalpeter in zwei Portionen von je 2 g gegeben wurde.

Die Ergebnisse dieses Versuchs siehe Tabelle V.

a) Die Ernte.

Durch die Kalidüngung sind die Erträge an frischer wie an Trockensubstanz erheblich gesteigert worden; es haben die beiden Gaben, die niedere und höhere, etwa gleichmäßig erhöhend gewirkt, wenn wir von dem geringeren Ertrag, den die kleine Chlorkaliumgabe erbracht hat, einmal absehen wollen. Durch Kainit ist die höchste Menge an Trockensubstanz erzielt worden; allerdings ist der Unterschied den beiden andern Salzen gegenüber nicht groß. Der Mehrertrag ist wohl auch hier auf Rechnung der Nebensalze des Kainits zu setzen, hauptsächlich des Natron, das besonders für die erste Entwicklung der Rüben von Bedeutung zu sein scheint. So beobachtete z. B. Schneidewind[1]) bei einem Rübendüngungsversuch mit Natron- und Kalisalpeter 1894 und 1895, daß die mit ersterem gedüngten Rüben bereits drei Wochen nach dem Aufgang viel üppiger entwickelt waren als die Kalisalpeterrüben. 1894 vermochten letztere das Versäumte wieder einzuholen, so daß die Ernteerträge und die Zuckerausbeute bei beiden gleich waren, während 1895 in einer besonders kurzen Vegetationsperiode die Natronrüben den Kalirüben bis zum Schluß überlegen blieben und eine Mehrernte von 39.38 dz Rüben und 6.05 dz Zucker pro ha ergaben.

Daß durch die höheren Kaligaben gegenüber den niederen eine wesentliche Ertragsteigerung nicht hervorgerufen ist, hängt wohl damit zusammen, daß die Rüben in dem an Kali nicht armen Bodengemisch schon an sich reichliche Mengen dieses Nährstoffes vorgefunden und sich bei ihrer bekannten leichten Aufnahmefähigkeit für das Bodenkali auch zu Nutze gemacht haben.

Im vollen Einklang mit den Erfahrungen der Praxis steht bei diesem Versuch die Wirkung der Kalidüngung auf den Zuckergehalt der Rüben. Während bei dem Parallelversuch mit Kartoffeln durch die Kalisalze, besonders durch den Kainit, eine Depression des Stärkegehaltes herbeigeführt wurde, haben sie bei den Rüben erhöhend auf den Zuckergehalt eingewirkt. Der Prozentgehalt an Zucker ist durch die drei Salze ungefähr gleichmäßig beeinflußt und zwar im Durchschnitt um 0.7 % erhöht worden. Dadurch und durch die hervorgerufene Ertragsteigerung ist auch die absolute gewonnene Menge Zucker eine weit größere

[1]) Journal für Landwirtschaft 46, 1898, S. 2.

als bei fehlender Kalidüngung. Während im letzteren Falle 353.3 g Zucker geerntet wurden, betrug die Ernte daran im Durchschnitt der drei Kalisalze 461.5 g, was einer Mehrproduktion von 30.6% entspricht. Der Gehalt an Nichtzucker und der Reinheitsquotient sind durch die chlornatriumhaltigen Salze, ersterer um ein Weniges erhöht, letzterer herabgesetzt worden, doch nicht so beeinflußt, daß diese geringe Qualitätsverschlechterung in Bezug auf Verarbeitung und Ausbeute nicht durch die Mehrproduktion an Zucker mehr als aufgewogen würde.

b) Die Nährstoffaufnahme.

Das Kali. In der Kalientnahme aus den drei Salzen haben sich größere Unterschiede auch hier nicht ergeben; die aus K_2SO_4 aufgenommenen Mengen lagen etwas niedriger als die aus KCl und dem Kainit. Während nämlich K_2SO_4 im Durchschnitt beider Gaben zu 56.2% der Düngung ausgenützt wurde, wurden von KCl 63.7% und vom Kainit 67.6% in der Gesamternte wiedergefunden.

Im übrigen hat auch dieser Versuch die bekannte Erscheinung bestätigt, daß die Rüben in ihren Wurzeln geringere Mengen Kali ablagern als die Kartoffeln in den Knollen, während das Umgekehrte beim Kraut der Fall ist: das Rübenkraut ist kalireicher als das der Kartoffel.

Die Mehraufnahme gegen ohne Kali betrug:

	Rübe		Kraut		Rübe und Kraut		
	g	in % der Düngung	g	in % der Düngung	g	in % der Düngung	
KCl, kleine Gabe	2.126	15.0	7.105	50.1	9.231	65.1	63.7
KCl, große Gabe	3.317	11.7	14.319	50.5	17.636	62.2	
K_2SO_4, kleine Gabe	1.773	12.5	6.336	44.7	8.109	57.2	56.2
K_2SO_4, große Gabe	2.554	9.0	13.086	46.1	15.640	55.1	
Kainit, kleine Gabe	3.111	21.9	7.353	51.8	10.464	73.8	67.6
Kainit, große Gabe	3.179	11.2	14.245	50.2	17.424	61.4	

Durch diese starke Ablagerung des Kali im Kraut der Zuckerrüben, die übrigens auch für die anderen Mineralstoffe und den Stickstoff bekannt ist, wird die Wurzel entlastet und ihr Aschengehalt erniedrigt. Ein niedriger Aschengehalt pflegt aber

einem hohen Zuckergehalt zu entsprechen,[1]) so daß die aschearmsten Rüben gleichzeitig die zuckerreichsten sind. Außerdem ist die Verarbeitung der Rüben um so leichter und die Ausbeute an Zucker am größten, je geringer ihr Gehalt an Mineralstoffen ist. Diese so bedeutungsvollen Eigenschaften unserer heutigen Zuckerrüben besaßen die alten, weniger feinen Sorten noch nicht; der Gehalt dieser an Aschenbestandteilen lag um über das doppelte höher als der der heutigen Sorten, wie ja auch ihr Gehalt an Zucker bei weitem nicht so hoch war wie heute. Erst dem planvollen Vorgehen der modernen Rübenzüchtung ist es zu verdanken, daß die jetzigen Rübensorten so unempfindlich gegen die Rohsalze mit ihrem hohen Gehalt an Chlor und Natron geworden sind.

Das Natron. Für das Natron zeigt die Zuckerrübe ein viel größeres Aufnahmevermögen als die Kartoffel, wie ja auch der prozentische Gehalt der Trockensubstanz bei den Wurzeln und besonders beim Kraut ein bedeutend höherer ist als bei diesen. Aus untenstehender Zusammenstellung ist ersichtlich, daß bereits auch ohne Kalidüngung aus dem Boden und dem Natronsalpeter große Mengen davon zur Ablagerung in der Ernte gelangt sind, und trotzdem sind diese durch die Düngung mit den Kalisalzen, besonders durch den natronhaltigen Kainit, noch ziemlich erhöht, durch K Cl um 22.6 %, durch Kainit um 39.8 %. Auch der Prozentgehalt der Trockensubstanz hat demgemäß eine Steigerung erfahren. Die Hauptmenge ist auch hier wiederum im Kraut niedergelegt.

Die Aufnahme war folgende:

	Rüben	Kraut	Rüben und Kraut
	g	g	g
ohne Kali	3.205	26.477	29.682
K Cl	6.559+3.354	29.840+3.363	36.399+ 6.717
$K_2 SO_4$	4.845 +1.640	26.109—0.368	30.954+ 1.272
Kainit	6.615+3.410	34.890+8.413	41.505+11.823

Das Chlor. Aus den chlorhaltigen Salzen haben die Rüben ziemlich beträchtliche Mengen Cl aufgenommen, diese aber fast quantitativ im Kraut abgelagert, so daß, wie schon erwähnt, diese Anhäufung einen Einfluß auf Qualität und Quantität

[1]) Schneidewind, die Kalidüngung auf besserem Boden. Berlin 1905, Seite 33.

des Ertrages nicht ausübt. Die größten Mengen entstammen dem Kainit, demnächst dem K Cl. Durch diese ungleichmäßige Verteilung auf Rüben und Kraut ist bei ersteren der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Chlor so gut wie garnicht beeinflußt, beim Kraut gegen ohne Kali durch K Cl und besonders durch Kainit bedeutend gesteigert worden.

Die Verteilung der aufgenommenen Mengen und der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Chlor stellte sich folgendermaßen:

	Rüben		Kraut		Rüben und Kraut	
	g	% in der Trockensubstanz	g	% in der Trockensubstanz	g	
ohne Kali	0.272	0.05	5.645	1.26	5.917	
K Cl	0.340 + 0.068	0.05	11.874 + 6.229	2.47	12.214 + 6.297	
K_2SO_4	0.210 — 0.062	0.03	5.605 — 0.040	1.12	5.815 — 0.102	
Kainit	0.506 + 0.234	0.07	18.199 + 12.554	3.70	18.705 + 12.788	

Schlußfolgerungen.

Die Versuchsergebnisse sind kurz zusammengefaßt folgende:

1. Zwischen Chlorkalium und schwefelsaurem Kalium sind größere Unterschiede betreffs ihrer Einwirkung auf den Ernteertrag der verschiedenen Versuchspflanzen nicht hervorgetreten.

2. Dagegen war die Wirkung des Kainits gegenüber den hochprozentigen Salzen eine ungleiche. In dem kaliarmen Sandtorfgemisch zeigte er sich bei Gegenwart ausreichender Mengen von kohlensaurem Kalk den reinen Salzen überlegen; es waren sogar im Widerspruch mit der Praxis bei dem Kartoffelversuch in Vegetationsgefäßen durch ihn die höchsten Stärkeprozente und auch die größten absoluten Stärkemengen erzielt worden. Es beruht dies zweifellos auf der günstigen Wirkung der Nebensalze, die in dem sehr kaliarmen Bodengemisch besonders stark zur Geltung kommen konnte. Bei mangelnder Kalkdüngung oder solcher in Form von Gips zeigte der Kainit diese Überlegenheit gegen die reinen Salze bei Kleegras und Hafer nicht mehr, vermutlich die Folge der mangels fehlender Basen schädlich wirkenden freien Säuren. Bei Kartoffeln wurde dagegen auch neben Gips durch den Kainit die günstigste Wirkung erzielt. Baumanns

Beobachtungen von der Notwendigkeit eines ausreichenden Kalkgehaltes im Moorboden bei Kainitdüngung sind daher sicher auch von Bedeutung für gewisse leichte Böden, besonders für saure Sandböden, wo nach unseren Beobachtungen zumal zu Anfang der Vegetation durch den Kainit Schädigungen auftreten können.

3. Unter normaleren, mehr der Praxis entsprechenden Verhältnissen, denen wir uns bei der Verwendung größerer Kästen zu nähern versuchten, wurden bei Kartoffeln durch die Düngung mit Kainit die niedrigsten Stärkeprozente erzielt; der Zuckergehalt der Rüben war dagegen durch sämtliche Kalisalze gleich günstig beeinflußt, ebenso die absoluten gewonnenen Mengen Zucker.

4. Für die Nebensalze des Kainits dankbar erwiesen sich der Hafer und die Zuckerrübe, weniger das Kleegrasgemisch und die Kartoffel.

5. Gegen Gips verhielten sich bei den vorliegenden Versuchen die einzelnen Versuchspflanzen verschieden. Schädigend wirkte die Gipsdüngung auf Kleegrasgemisch ein, zumal auf die Leguminosen und bei gleichzeitiger Kainitgabe; als weniger empfindlich erwies sich der Hafer, und sehr gut vertrug die Kartoffel den Gips.

Hier wurde nicht nur der Ertrag in gleich günstiger Weise wie durch den kohlensauren Kalk beeinflußt, sondern es wurden sogar durch Gips die an Stärke prozentisch reichsten Knollen und auch die absolut größten Mengen Stärke erzielt. Diese ungleiche Wirkung der Gipsdüngung dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die Versuche mit Kleegras und Hafer in Zinkgefäßen, die mit Kartoffeln dagegen in Tongefäßen angesetzt wurden, bei letzteren also die durch D. Meyer[1]) beobachtete Schädigung durch gelöste Zinksalze nicht eintreten konnte; sodann auch auf die große Kalkarmut des verwendeten Bodengemisches, infolge deren die Kartoffel auch den Gips zur Deckung ihres Kalkbedürfnisses verwerten konnte. Bei Versuchen von D. Meyer mit schwach sauren, nicht so kalkarmen Naturböden zeigte der Gips bei allen Versuchspflanzen, auch bei Kartoffeln, eine gleichmäßige negative Wirkung.

6. Die Kaliaufnahme aus den drei Salzen: Chlorkalium, schwefelsaurem Kalium und Kainit war im großen und ganzen die gleiche, unbeeinflußt auch weder durch die Größe noch durch die Form der Kalkdüngung.

[1]) Vgl. S. 13 ff.

7. Aus den großen Kaligaben hatte zum Teil eine bedeutende Luxusaufnahme stattgefunden, so besonders beim Kleegrasgemisch in Verbindung mit Gipsdüngung und bei dem Kartoffelversuch in Vegetationsgefäßen, bei dem die Mehraufnahme gegenüber der niedrigeren Gabe zumeist im Kraut zur Ablagerung kam.

8. Die Ausnützung der Kalidüngung war eine weit stärkere bei den Versuchen mit weniger und nährstoffärmerem Bodengemisch, als wenn mehr und kalireicheres Bodenmaterial zur Verfügung stand.

9. Die Zuckerrüben lagern unter gleichen Verhältnissen weniger Kali in den Wurzeln ab als die Kartoffeln in den Knollen, dagegen umgekehrt mehr in den Blättern als die Kartoffeln im Kraut.

10. Die Ausnützung der beiden Kalkformen durch die einzelnen Versuchspflanzen war verschieden. Kleegras und Hafer haben mehr Kalk aus dem kohlensauren Kalk, die Kartoffeln mehr aus dem Gips aufgenommen.

11. Das Natron wurde in der Hauptmenge von dem Hafer im Stroh, von den Wurzelfrüchten im Kraut abgelagert.

12. Die Zuckerrübe zeigte für Natron eine größere Vorliebe als die Kartoffel.

13. Das Chlor kam gleichfalls in der Hauptmenge beim Hafer im Stroh, bei den Wurzelfrüchten im Kraut zur Ablagerung. Für Chlor ist die Aufnahmefähigkeit der Kartoffel eine größere als die der Zuckerrübe; während bei ersterer durch chlorhaltige Salze der Prozentgehalt der Knollentrockensubstanz an Chlor nicht unbedeutend beeinflußt wird, ist dies bei der Rübenwurzel nicht der Fall. Beim Kraut tritt bei Rüben wie bei Kartoffeln eine Erhöhung ein.

14. Die hochgezüchteten, feinen Zuckerrüben sind gegen die Rohsalze unempfindlicher als die Kartoffeln; bei letzteren wird der Mineralstoffgehalt der Knollen durch sie weit mehr erhöht als der der Rübenwurzeln.

Lebenslauf.

Als Sohn des Königl. Postmeisters Carl Ringleben und seiner Ehefrau Ernestine, geb. Schroeer, am 5. Dezember 1869 zu Delitzsch, Prov. Sachsen, geboren, besuchte ich zunächst die Mittelschule zu Bitterfeld, dann ein halbes Jahr die Latina der Franckeschen Stiftungen zu Halle (S.) und von 1884—1891 die Königliche Landesschule Pforta, die ich mit dem Zeugnis der Reife verließ. In Halle (S.) studierte ich Naturwissenschaften, speziell Chemie, Agrikulturchemie und Botanik und besuchte die Vorlesungen resp. Übungen der Herren:

Albert, Cluß, Dorn, Hugo Erdmann (†), Haym (†), Klebs, Kraus, Lüdecke (†), Maercker (†), Vaihinger, Volhard (†), Vorländer.

Ihnen allen bin ich zu stetem Danke tief verpflichtet.

Im Jahre 1897 trat ich als Volontärassistent an der agrikulturchemischen Versuchsstation in Halle (S.) unter Geheimrat Maercker ein, leitete im Sommer 1898 im Auftrag der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Berlin auf Gut Sydow (Mark Brandenburg) die Prüfung der Thistle-Melkmaschine und wurde am 1. Oktober 1898 an der Halleschen Versuchsstation als Assistent angestellt. 1902/1903 war ich als Agrikulturchemiker und Laboratoriumsvorsteher im Dienste der Guánica-Centrale auf Porto-Rico (W. I.) tätig und trat nach meiner Rückkehr nach Deutschland am 1. November 1903 an der Herzoglich Anhaltischen Versuchsstation in Bernburg ein.

Ich bin evangelisch und seit 1910 als Anhaltischer Staatsbürger naturalisiert.

Grunddüngung für 1 Gefäß:
1 g N in Form von Natronsalpeter.
1 g P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat.
1 g $MgSO_4$. — Nach dem I., II. und III. Schnitt: 0.5 g N, 0.5 g P_2O_5, 0,5 g $MgSO_4$

	Düngung für drei Gefäße	Ernte, trocken der Einzelgefäße			Gesa ertr
		g	g	g	g
ohne CaO	ohne Kali	7.7	9.4	7.8	24.
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	18.7	17.7	19.2	55.
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	19.5	20.2	20.3	60.
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	18.3	19.5	19.5	57.
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	17.6	16.8	18.5	52.
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	17.4	18.4	17.7	53.
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	19.2	15.0	17.4	51.
6 g CaO = 10.5318 g $CaCO_3$	ohne Kali	11.8	11.6	9.8	33.
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	21.4	22.5	21.1	65.
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	23.0	22.7	22.9	68.
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	22.6	23.0	22.4	68.
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	22.7	23.3	23.5	69.
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	22.2	22.9	22.4	67.
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	22.4	23.1	23.8	69.
30 g CaO = 52.6590 g CaO	ohne Kali	10.6	11.0	10.2	31.
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	22.3	23.2	22.0	67.
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	23.9	24.7	23.5	72.
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	22.7	23.0	22.3	68.
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	22.3	24.3	22.8	69.
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	23.6	22.3	23.8	69.
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	25.2	24.6	26.3	76.
6 g CaO = 18.6336 g $CaSO_4$	ohne Kali	4.0	3.5	2.6	10.
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	10.2	11.2	9.2	30.
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	9.2	10.0	10.3	29.
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	9.9	10.1	9.7	29.
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	8.0	8.0	9.5	25.
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	8.5	8.5	7.2	24.
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	9.3	8.7	8.0	26.

als Nachdüngung.

Tabelle I. Kleegrasgemisch i

I. Schnitt												
Kali		Natron		Kalk		Chlor		Ernte, trocken				
								der Einzelgefäße			Gesamtertrag	
%	g	%	g	%	g	%	g	g	g	g	g	%
0.52	0.129	—	—	0.61	0.152	0.62	0.154	9.8	9.4	10.2	29.4	0.5
1.27	0.706	—	—	0.65	0.361	1.05	0.584	17.6	14.1	15.1	46.8	0.7
3.25	1.950	—	—	0.74	0.444	1.76	1.056	16.5	16.8	16.8	50.1	1.2
1.22	0.699	—	—	0.65	0.372	0.44	0.252	14.2	13.8	15.0	43.0	0.7
3.53	1.867	—	—	0.60	0.317	0.49	0.259	16.6	16.2	17.2	50.0	1.4
1.38	0.738	—	—	0.74	0.396	1.52	0.813	15.5	15.0	15.5	46.0	0.6
3.53	1.821	—	—	0.59	0.304	2.00	1.032	17.3	18.7	17.7	53.7	1.4
0.51	0.169	—	—	1.41	0.468	0.60	0.199	8.2	7.7	6.6	22.5	0.5
1.12	0.728	—	—	1.22	0.793	1.01	0.657	14.3	13.3	13.8	41.4	0.7
2.93	2.010	—	—	1.05	0.720	1.71	1.173	16.5	16.3	16.4	49.2	1.3
1.10	0.748	—	—	1.17	0.796	0.48	0.326	14.2	14.0	15.0	43.2	0.8
2.86	1.988	—	—	0.92	0.639	0.50	0.348	16.0	15.0	15.5	46.5	1.3
1.16	0.783	—	—	1.08	0.729	1.48	0.399	14.5	14.3	14.4	43.2	0.8
3.06	2.121	—	—	1.04	0.721	1.98	1.372	16.0	15.8	16.4	48.2	1.3
0.41	0.130	4.19	1.332	1.62	0.515	0.64	0.204	5.7	6.1	6.2	18.0	0.6
1.00	0.675	2.97	2.005	1.23	0.830	1.01	0.682	15.7	14.4	14.5	44.6	0.7
2.79	2.012	2.03	1.463	1.16	0.836	1.65	1.190	16.4	17.2	17.0	50.6	1.2
1.22	0.830	3.29	2.237	1.30	0.884	0.40	0.272	13.5	14.2	14.5	42.2	0.7
2.88	1.999	1.73	1.201	1.08	0.750	0.37	0.257	16.4	15.5	17.3	49.2	1.4
1.08	0.753	3.86	2.690	1.12	0.781	1.53	1.066	15.3	14.6	15.4	45.3	0.7
2.76	2.100	2.59	1.971	1.23	0.936	1.86	1.415	18.4	17.2	17.5	53.1	1.2
0.68	0.069	—	—	1.20	0.121	0.55	0.056	7.7	6.4	6.4	20.5	0.7
2.07	0.633	—	—	0.92	0.282	0.96	0.294	18.0	17.0	16.8	51.8	0.9
4.52	1.333	—	—	0.94	0.277	1.50	0.443	19.7	19.5	20.6	59.8	2.2
2.20	0.653	—	—	1.04	0.309	0.56	0.166	17.1	16.0	16.5	49.6	0.9
4.67	1.191	—	—	1.04	0.265	0.56	0.143	17.3	16.2	16.1	49.6	2.6
2.22	0.537	—	—	0.91	0.220	1.22	0.295	17.5	16.6	17.2	51.3	0.9
4.09	1.063	—	—	0.78	0.203	1.86	0.484	19.2	18.7	19.0	56.9	2.4

nkgefäßen. (Seite 10—20.)

Schnitt												III.
	Natron		Kalk		Chlor		Ernte, trocken				Kali	
							der Einzelgefäße			Gesamtertrag		
g	%	g	%	g	%	g	g	g	g	g	%	g
147	—	—	0.70	0.206	0.57	0.168	5.4	4.2	3.7	13.3	0.44	0.0
337	—	—	0.56	0.262	0.85	0.398	10.7	12.0	11.7	34.4	0.54	0.1
646	—	—	0.61	0.306	1.61	0.807	17.4	17.3	16.8	51.5	0.65	0.3
314	—	—	0.69	0.297	0.42	0.181	11.1	11.8	11.2	34.1	0.60	0.2
705	—	—	0.59	0.295	0.33	0.165	16.0	15.7	15.2	46.9	0.72	0.3
317	—	—	0.55	0.253	1.52	0.699	12.0	12.9	13.6	38.5	0.56	0.2
768	—	—	0.92	0.494	2.13	1.144	17.6	19.5	18.0	55.1	0.80	0.4
131	—	—	0.92	0.207	0.57	0.128	6.5	5.9	5.0	17.4	0.46	0.0
311	—	—	0.83	0.344	0.88	0.364	12.3	12.3	13.8	38.4	0.50	0.1
679	—	—	0.84	0.413	1.46	0.718	16.5	16.4	18.2	51.1	0.77	0.3
359	—	—	0.97	0.419	0.50	0.216	12.5	10.7	11.8	35.0	0.58	0.2
646	—	—	0.87	0.405	0.43	0.200	16.9	15.2	17.3	49.4	0.66	0.3
350	—	—	0.96	0.415	1.47	0.635	10.8	13.5	11.9	36.2	0.52	0.1
641	—	—	0.81	0.390	1.96	0.945	16.6	16.5	18.9	52.0	0.80	0.4
113	5.21	0.938	1.55	0.279	0.64	0.115	4.9	4.8	4.5	14.2	0.50	0.0
335	4.43	1.976	1.30	0.580	0.80	0.357	11.1	12.9	11.8	35.8	0.50	0.1
622	3.36	1.700	1.03	0.521	1.34	0.678	16.3	18.1	16.6	51.0	0.64	0.3
325	4.46	1.882	1.17	0.494	0.37	0.156	10.5	11.4	10.3	32.2	0.47	0.1
713	3.20	1.574	1.11	0.546	0.31	0.153	16.7	17.7	15.9	50.3	0.73	0.3
349	4.14	1.875	1.03	0.467	1.33	0.602	11.7	12.9	11.9	36.5	0.59	0.2
674	3.57	1.896	1.03	0.547	1.94	1.030	16.4	17.5	17.2	51.1	0.76	0.3
152	—	—	1.07	0.219	0.48	0.098	4.2	5.7	4.0	13.9	0.48	0.0
466	—	—	0.85	0.440	1.20	0.622	12.7	12.7	12.1	37.5	0.53	0.1
340	—	—	0.79	0.472	1.89	1.130	20.6	20.8	20.0	61.4	0.71	0.4
456	—	—	0.75	0.372	0.56	0.278	13.1	13.3	12.8	39.2	0.53	0.2
304	—	—	0.73	0.362	0.53	0.263	20.9	24.1	20.2	65.2	0.72	0.4
508	—	—	0.78	0.400	1.46	0.749	14.6	14.0	14.2	42.8	0.49	0.2
366	—	—	0.64	0.364	2.15	1.223	21.3	21.3	20.0	62.6	0.85	0.5

Schnitt							I., II. und III. Schnitt				
	Natron		Kalk		Chlor		Ernte trocken	Kali	Natron	Kalk	Chlor
	%	g	%	g	%	g	g	g	g	g	g
59	—	—	0.87	0.116	0.40	0.053	67.6	0.335	—	0.474	0.375
86	—	—	0.76	0.261	0.44	0.151	136.8	1.229	—	0.884	1.133
35	—	—	0.77	0.397	0.79	0.407	161.6	2.931	—	1.147	2.270
05	—	—	0.67	0.228	0.28	0.095	134.4	1.218	—	0.897	0.528
38	—	—	0.64	0.300	0.25	0.117	149.8	2.910	—	0.912	0.541
16	—	—	0.62	0.239	0.71	0.273	138.0	1.271	—	0.888	1.785
41	—	—	0.79	0.435	1.00	0.551	160.4	3.030	—	1.233	2.727
80	—	—	1.24	0.216	0.40	0.070	73,1	0.380	—	0.891	0.397
92	—	—	0.93	0.357	0.45	0.173	144.8	1.231	—	1.494	1.194
93	—	—	0.89	0.455	0.52	0.266	168.9	3.082	—	1.588	2.157
03	—	—	1.20	0.420	0.34	0.119	146.2	1.310	—	1.635	0.661
26	—	—	0.84	0.415	0.32	0.158	165.4	2.955	—	1.459	0.706
88	—	—	1.07	0.387	0.77	0.279	146.9	1.321	—	1.531	1.913
16	—	—	0.79	0.411	1.13	0.588	169.5	3.178	—	1.522	2.905
71	3.83	0.544	2.73	0.388	0.44	0.062	64.0	0.314	2.814	1.182	0.381
79	2.84	1.017	1.95	0.698	0.38	0.136	147.9	1.189	4.998	2.108	1.175
26	3.89	1.984	1.17	0.597	0.77	0.393	173.7	2.960	5.147	1.954	2.261
51	3.37	1.085	2.11	0.679	0.25	0.081	142.4	1.306	5.204	2.057	0.509
67	3.47	1.745	1.79	0.897	0.25	0.126	168.9	3.079	4.520	2.193	0.536
15	3.50	1.278	1.60	0.584	0.64	0.234	151.5	1.317	5.843	1.832	1.902
88	2.90	1.482	1.20	0.613	1.11	0.567	180.3	3.162	5.349	2.096	3.012
67	—	—	1.56	0.217	0.41	0.057	44.5	0.288	—	0.557	0.211
99	—	—	0.90	0.338	0.64	0.240	119.9	1.298	—	1.060	1.156
36	—	—	0.91	0.559	0.98	0.602	150.7	3.109	—	1.308	2.175
08	—	—	0.93	0.365	0 34	0.133	118.5	1.317	—	1.046	0.577
69	—	—	0.79	0.515	0.27	0.176	140.3	2.964	—	1.142	0.582
10	—	—	0.88	0.377	0.90	0.385	118.3	1.255	—	0.997	1.429
32	—	—	0.88	0.551	1.20	0.751	145.5	2.961	—	1.118	2.458

Grunddüngung für 1 Gefäß:

1 g N in Form von Natronsalpeter.
1 g P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat.
1 g $MgSO_4$.

	Düngung für drei Gefäße	Körner			
		Ernte der Einzelgefäße			Ge e
		g	g	g	
ohne Ca O	ohne Kali	9.07	7.37	9.13	2
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	25.58	20.33	25.47	7
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	27.10	31.05	28.01	8
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	25.38	22.87	24.40	7
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	23.82	30.19	27.67	8
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	23.72	24.74	28.24	7
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	28.45	27.39	29.95	8
6 g Ca O = 10.5318 g $CaCO_3$	ohne Kali	11.66	14.23	10.72	3
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	30.22	28.35	27.28	8
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	33.76	33.48	29.46	9
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	26.90	28.65	30.40	8
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	35.60	37.44	32.09	10
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	31.44	28.60	32.42	9
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	35.58	28.88	36.55	10
30 g CaO = 52.6590 g $CaCO_3$	ohne Kali	18.10	10.82	14.84	4
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	29.35	29.60	29.27	8
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	36.87	32 29	34.46	10
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	29.63	28.85	30.54	8
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	35.70	33.42	36.30	10
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	32.79	31.67	33.78	9
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	36.15	33.77	37.48	10
6 g CaO = 18.6336 g $CaSO_4$	ohne Kali	9.93	10.34	9.53	2
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 1.182 g K_2O	29.58	26.14	26.71	8
	KCl = 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	24.70	26.06	27.94	7
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	25.82	23.79	23.23	7
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	24.74	21.92	19.43	6
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 1.182 „ „	22.03	22.68	23.33	6
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 3.546 „ „	23.65	26.28	24.96	7

Tabelle II. Hafer in Zinkgefäßen. (Seite 20—29).

samt-nte	Stroh				In den Körnern							
	Ernte der Einzelgefäße			Gesamt-ernte	Kali		Natron		Kalk		Chlor	
g	g	g	g	g	%	g	%	g	%	g	%	
5.57	21.3	20.6	23.3	65.2	0.49	0.125	—	—	0.21	0.054	0.03	0.0
1.38	41.0	42.8	42.6	126.4	0.50	0.357	—	—	0.15	0.107	0.03	0.0
6.16	47.8	47.5	49.2	144.5	0.51	0.439	—	—	0.09	0.076	0.03	0.0
2.65	38.1	40.0	40.0	118.1	0.46	0.334	—	—	0.21	0.153	0.03	0.0
1.68	40.5	42.7	43.5	126.7	0.46	0.376	—	—	0.14	0.114	0.03	0.0
6.70	37.1	41.7	40.2	119.0	0.43	0.330	—	—	0.18	0.138	0.03	0.0
5.79	45.5	46.4	49.9	141.8	0.50	0.429	—	—	0.12	0.103	0.03	0.0
6.61	24.0	25.2	23.0	72.2	0.41	0.150	—	—	0.21	0.077	0.03	0.0
5.85	43.0	43.0	40.0	126.0	0.45	0.386	—	—	0.14	0.120	0.03	0.0
6.70	48.0	46.1	48.1	142.2	0.46	0.445	—	—	0.16	0.155	0.03	0.0
5.95	40.8	41.0	41.2	123.0	0.47	0.404	—	—	0.19	0.163	0.03	0.0
5.13	47.0	46.2	48.5	141.7	0.50	0.526	—	—	0.23	0.242	0.03	0.0
2.46	42.8	43.7	43.8	130.3	0.43	0.398	—	—	0.14	0.129	0.03	0.0
.01	50.3	51.6	50.4	152.3	0.53	0.535	—	—	0.17	0.172	0.03	0.0
3.85	21.5	22.7	24.0	68.2	0.40	0.175	0.40	0.175	0.34	0.149	0.05	0.0
3.22	45.5	41.5	40.0	127.0	0.45	0.397	0.21	0.185	0.29	0.256	0.03	0.0
3.62	50.2	45.1	47.2	142.5	0.47	0.487	0.12	0.124	0.30	0.311	0.05	0.0
0.02	39.7	41.7	43.1	124.5	0.40	0.356	0.19	0.169	0.31	0.276	0.03	0.0
5.42	47.3	44.8	45.8	137.9	0.43	0.453	0.04	0.042	0.31	0.327	0.03	0.0
5.24	44.3	40.0	43.0	127.3	0.48	0.472	0.12	0.118	0.35	0.344	0.03	0.0
7.40	53.4	51.6	49.2	154.2	0.52	0.558	0.11	0.118	0.40	0.430	0.03	0.0
9.80	18.3	19.0	17.5	54.8	0.43	0.129	—	—	0.27	0.080	0.04	0.0
2.43	36.8	36.5	35.5	108.8	0.59	0.486	—	—	0.23	0.190	0.03	0.0
3.70	34.8	38.3	42.6	115.7	0.65	0.512	—	—	0.29	0.228	0.05	0.0
2.84	37.0	34.5	37.6	109.0	0.59	0.430	—	—	0.24	0.175	0.03	0.0
5.08	41.0	38.4	36.4	115.8	0.62	0.410	—	—	0.25	0.165	0.03	0.0
3.04	35.5	30.0	32.0	97.5	0.68	0.463	—	—	0.23	0.157	0.05	0.0
4.89	33.8	32.8	34.8	101.4	0.68	0.509	—	—	0.24	0.180	0.05	0.0

Im Stroh								In Körnern und Stroh			
Kali		Natron		Kalk		Chlor		Kali	Natron	Kalk	Chlor
%	g	%	g	%	g	%	g	g	g	g	g
22	0.143	—	—	0.75	0.489	0.75	0.489	0.268	—	0.543	0.497
47	0.594	—	—	0.56	0.708	1.03	1.302	0.951	—	0.815	1.323
14	1.647	—	—	0.52	0.751	1.48	2.139	2.086	—	0.827	2.165
42	0.496	—	—	0.55	0.650	0.76	0.898	0.830	—	0.803	0.920
07	1.356	—	—	0.45	0.570	0.63	0.798	1.732	—	0.684	0.823
46	0.547	—	—	0.55	0.655	1.38	1.642	0.877	—	0.793	1.665
15	1.631	—	—	0.47	0.666	1.73	2.453	2.060	—	0.769	2.479
24	0.173	—	—	0.85	0.614	0.77	0.556	0.323	—	0.691	0.567
40	0.504	—	—	0.70	0.882	0.80	1.008	0.890	—	1.002	1.034
03	1.465	—	—	0.61	0.867	1.18	1.678	1.910	—	1.022	1.707
44	0.541	—	—	0.60	0.738	0.66	0.812	0.945	—	0.901	0.838
12	1.587	—	—	0.55	0.779	0.50	0.709	2.113	—	1.021	0.741
56	0.730	—	—	0.63	0.821	1.10	1.433	1.128	—	0.950	1.461
17	1.782	—	—	0.53	0.807	1.42	2.163	2.317	—	0.979	2.193
16	0.109	3.37	2.763	0.85	0.580	0.67	0.457	0.284	2.938	0.729	0.479
31	0.394	2.20	2.794	0.68	0.864	0.75	0.953	0.791	2.979	1.120	0.979
97	1.382	1.88	2.679	0.59	0.841	1.04	1.482	1.869	2.803	1.152	1.534
31	0.386	2.27	2.826	0.71	0.884	0.56	0.697	0.742	2.995	1.160	0.724
92	1.269	1.91	2.634	0.68	0.938	0.39	0.538	1.722	2.676	1.265	0.570
39	0.496	2.34	2.977	0.65	0.827	1.08	1.375	0.968	3.095	1.171	1.404
3	1.742	2.13	3.284	0.61	0.941	1.27	1.958	2.300	3.402	1.371	1.990
37	0.203	—	—	0.96	0.526	0.69	0.378	0.332	—	0.606	0.390
59	0.642	—	—	0.71	0.772	1.11	1.208	1.128	—	0.962	1.233
63	1.886	—	—	0.63	0.729	1.66	1.921	2.398	—	0.957	1.960
63	0.687	—	—	0.77	0.839	0.86	0.937	1.117	—	1.014	0.959
51	1.749	—	—	0.64	0.741	0.76	0.880	2.159	—	0.906	0.900
76	0.741	—	—	0.73	0.718	1.47	1.433	1.204	—	0.875	1.467
75	1.765	—	—	0.60	0.608	2.10	2.129	2.284	—	0.788	2.166

Grunddüngung für 1 Gefäß:

1 g N in Form von Natronsalpeter.

1 g P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat.

1 g $MgSO_4$. — Kopfdüngung 4mal je 0.25 g N als Natronsalpeter.

	Düngung für vier Gefäße	frisch			
		Ernte der Einzelgefäße			
		g	g	g	g
ohne CaO	ohne Kali	124.3	121.0	137.2	114.7
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 2.476 g K_2O	218.4	191.2	189.4	193.0
	KCl = 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	268.5	262.0	304.5	316.5
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	198.5	241.9	245.9	217.0
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	333.7	352.0	311.0	311.5
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	284.5	238.2	229.0	205.4
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	337.4	330.5	327.9	317.0
12 g CaO = 21.0636 g $CaCO_3$	ohne Kali	143.4	138.9	148.9	136.4
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 2.476 g K_2O	252.7	281.6	255.5	336.5
	KCl = 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	362.7	403.6	371.7	376.2
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	308.2	302.2	263.7	326.7
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	360.9	390.8	356.0	342.6
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	306.7	303.8	293.8	285.3
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	453.0	391.7	440.0	421.0
60 g CaO = 105.3180 g $CaCO_3$	ohne Kali	192.0	163.0	182.5	160.0
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 2.476 g K_2O	326.0	308.1	268.0	273.5
	KCl = 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	382.7	335.2	324.2	351.5
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	295.0	304.0	306.0	265.0
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	270.0	393.0	359.1	414.2
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	344.0	263.7	253.8	306.7
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	414.6	400.8	428.2	379.2
12 g CaO = 37.2672 g $CaSO_4$	ohne Kali	167.2	157.3	128.0	145.3
	KCl = 2 dz KCl pro ha = 2.476 g K_2O	247.0	281.5	233.7	252.7
	KCl = 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	367.7	335.8	343.2	345.7
	K_2SO_4 entspr. 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	295.7	282.7	280.8	284.2
	K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	365.4	350.2	338.5	360.2
	Kainit „ 2 „ „ „ „ = 2.476 „ „	252.6	256.9	245.0	232.2
	Kainit „ 6 „ „ „ „ = 7.428 „ „	305.0	349.0	330.2	323.0

Tabelle III. Kartoffeln in Tongefäße

Knollen							Kraut					In den
	lufttrocken					trocken	lufttrocken					Trocken-
Gesamt-ernte	Ernte der Einzelgefäße				Gesamt-ernte	Gesamt-ernte	Ernte der Einzelgefäße				Gesamt-ernte	substan
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%
497.2	24.3	25.3	26.9	20.7	97.2	93.2	28.1	26.5	30.2	27.7	112.5	18.7
792.0	47.0	41.7	37.6	40.9	167.2	158.7	31.4	31.2	29.2	36.7	128.5	20.0
1151.0	56.4	56.9	67.4	56.5	237.2	222.8	35.2	37.7	30.3	35.3	138.5	19.4
903.3	43.0	53.7	51.5	43.3	191.5	180.0	33.2	33.0	33.3	29.5	129.0	19.9
1308.2	77.8	82.7	74.0	70.6	305.1	288.7	33.9	36.7	35.9	37.2	143.7	22.1
957.1	61.6	52.1	48.6	41.8	204.1	195.6	37.7	34.1	30.1	27.6	129.5	20.4
1312.8	74.0	74.5	72.2	68.2	288.9	278.3	43.3	42.4	42.9	39.7	168.3	21.2
567.6	28.1	23.3	26.6	24.7	102.7	100.1	29.3	23.7	25.1	32.3	110.4	17.6
1126.3	52.2	58.8	53.7	68.5	233.2	225.5	26.9	28.2	31.2	28.3	114.6	20.0
1514.2	82.0	87.5	81.8	81.2	322.5	316.0	31.6	35.9	35.9	36.6	140.0	20.9
1200.8	64.2	62.0	47.0	65.2	238.4	228.9	29.3	31.0	27.9	29.3	117.5	19.1
1450.3	74.5	85.0	72.4	72.0	303.9	294.8	33.6	29.4	36.3	27.4	126.7	20.3
1189.6	62.0	64.8	60.1	61.5	248.4	241.8	29.4	28.6	34.6	35.0	127.6	20.3
1705.7	109.2	100.0	105.7	103.7	418.6	406.0	36.8	42.6	39.1	38.6	157.1	23.8
697.5	33.5	25.2	41.1	31.8	131.6	127.1	23.7	23.6	22.2	23.8	93.3	18.2
1175.6	71.1	69.9	58.2	61.7	260.9	251.5	26.3	29.8	26.2	24.6	106.9	21.4
1393.6	86.2	74.2	74.2	79.2	313.8	302.3	29.4	30.4	31.1	29.3	120.2	21.7
1170.0	67.0	65.0	69.1	60.7	261.8	252.2	28.7	28.6	25.6	30.3	113.2	21.5
1463.3	50.0	91.5	78.7	94.6	314.8	301.6	28.0	27.9	27.8	27.4	111.1	20.6
1168.2	80.6	60.0	57.0	67.8	265.4	255.9	33.5	24.2	33.1	29.7	120.5	21.0
1622.8	93.5	95.0	93.2	83.2	364.9	353.1	34.5	40.5	36.4	37.6	149.0	21.8
597.8	34.7	32.8	28.6	27.6	123.7	120.1	33.2	32.6	30.6	30.9	127.3	20.1
1014.9	57.7	65.7	58.0	52.3	233.7	226.1	44.1	31.8	35.3	42.8	154.0	22.3
1392.4	87.8	77.3	77.0	80.7	322.8	309.0	39.3	41.1	37.7	38.3	156.4	22.2
1143.4	70.2	70.1	67.3	70.0	277.6	266.5	36.2	33.7	36.4	35.7	142.0	23.3
1414.3	91.4	92.0	104.6	70.6	358.6	343.9	36.7	38.8	40.0	39.3	154.8	24.3
986.7	60.4	59.4	56.5	53.5	229.8	221.1	35.9	40.7	36.9	33.7	147.2	22.4
1307.2	75.0	85.9	77.4	78.0	316.3	304.3	47.1	42.8	42.1	43.1	175.1	23.3

Seite 29—39.)

n Knollen	In den lufttrocknen Knollen									
Stärke	Kali		Natron		Kalk		Chlor		Kali	
g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
64.14	1.16	1.128	—	—	0.18	0.175	0.14	0.136	0.66	0.743
112.46	1.31	2.219	—	—	0.13	0.217	0.28	0.468	1.43	1.838
156.54	1.65	3.914	—	—	0.12	0.285	0.42	0.996	3.02	4.183
127.37	1.32	2.528	—	—	0.14	0.268	0.21	0.402	1.06	1.367
213.24	1.76	5.370	—	—	0.16	0.488	0.20	0.610	2.50	3.593
139.74	1.35	2.755	—	—	0.15	0.306	0.29	0.592	1.11	1.437
202.17	1.73	4.998	—	—	0.15	0.433	0.47	1.358	2.28	3.837
66.98	1.01	1.037	—	—	0.16	0.164	0.14	0.144	0.60	0.662
159.93	1.49	3.475	—	—	0.15	0.350	0.24	0.560	1.00	1.146
228.64	1.69	5.619	—	—	0.14	0.466	0.33	1.097	2.35	3.290
159.71	1.43	3.409	—	—	0.16	0.381	0.15	0.358	0.88	1.034
210.29	2.01	6.108	—	—	0.13	0.395	0.18	0.547	2.38	3.015
172.49	1.41	3.502	—	—	0.18	0.323	0.25	0.621	0.76	0.970
307.03	1.63	6.823	—	—	0.19	0.466	0.38	1.591	1.57	2.466
86.49	1.44	1.895	0.73	0.961	0.29	0.382	0.14	0.184	0.48	0.448
183.39	1.43	3.731	0.50	1.305	0.22	0.574	0.21	0.548	0.95	1.016
221.58	1.82	5.711	0.43	1.349	0.21	0.659	0.28	0.878	2.70	3.245
183.69	1.41	3.691	0.44	1.152	0.25	0.655	0.16	0.419	1.13	1.279
216.57	1.85	5.824	0.65	2.046	0.18	0.567	0.17	0.535	2.77	3.077
177.57	1.43	3.795	0.51	1.353	0.19	0.504	0.24	0.637	0.75	0.904
258.03	1.85	6.751	0.35	1.277	0.24	0.876	0.36	1.314	1.98	2.950
85.49	1.19	1.472	—	—	0.21	0.260	0.16	0.198	0.54	0.687
167.46	1.30	3.038	—	—	0.13	0.304	0.24	0.561	0.89	1.371
228.35	1.68	5.423	—	—	0.17	0.549	0.37	1.194	2.27	3.550
200.09	1.33	3.692	—	—	0.17	0.472	0.15	0.416	0.80	1.136
261.65	1.66	5.953	—	—	0.22	0.789	0.17	0.610	2.07	3.204
163.79	1.37	3.148	—	—	0.27	0.620	0.28	0.643	0.90	1.325
228.76	1.75	5.535	—	—	0.15	0.474	0.44	1.392	1.92	3.362

In dem Kraut						In Knollen und Kraut			
Natron		Kalk		Chlor		Kali	Natron	Kalk	Chlor
%	g	%	g	%	g	g	g	g	g
—	—	2.05	2.306	1.06	1.193	1.871	—	2.481	1.329
—	—	2.09	2.686	1.97	2.531	4.057	—	2.903	2.999
—	—	2.06	2.853	2.75	3.809	8.097	—	3.138	4.805
—	—	2.00	2.580	1.27	1.638	3.895	—	2.848	2.040
—	—	1.83	2.630	0.93	1.336	8.963	—	3.118	1.946
—	—	2.03	2.629	2.05	2.655	4.192	—	2.935	3.247
—	—	1.77	2.979	2.79	4.691	8.835	—	3.412	6.049
—	—	2.08	2.296	0.72	0.795	1.699	—	2.460	0.939
—	—	2.31	2.647	1.68	1.925	4.621	—	2.997	2.485
—	—	2.30	3.220	2.36	3.304	8.909	—	3.686	4.401
—	—	2.22	2.609	0.81	0.952	4.466	—	2.990	1.310
—	—	2.25	2.851	0.95	1.204	9.123	—	3.246	1.751
—	—	2.20	2.807	1.95	2.488	4.472	—	3.130	3.109
—	—	2.29	3.598	2.44	3.833	9.289	—	4.064	5.424
2.12	1.978	2.39	2.230	0.65	0.606	2.339	2.939	2.612	0.790
1.92	2.052	2.87	3.068	1.42	1.518	4.747	3.357	3.642	2.066
1.55	1.863	2.88	3.462	2.16	2.596	8.956	3.212	4.121	3.474
1.93	2.185	2.98	3.373	0.72	0.815	4.970	3.337	4.028	1.234
2.82	3.133	2.84	3.155	0.63	0.700	8.901	5.179	3.722	1.235
1.71	2.061	2.70	3.254	1.65	1.988	4.699	3.414	3.758	2.625
1.56	2.324	2.75	4.098	2.98	4.440	9.701	3.601	4.974	5.754
—	—	2.62	3.335	0.58	0.738	2.159	—	3.595	0.936
—	—	2.50	3.850	1.30	2.002	4.409	—	4.154	2.563
—	—	2.74	4.285	2.26	3.534	8.973	—	4.834	4.728
—	—	2.60	3.692	0.57	0.809	4.828	—	4.164	1.225
—	—	2.30	3.560	0.77	1.192	9.157	—	4.349	1.802
—	—	2.53	3.724	1.43	2.095	4.473	—	4.344	2.738
—	—	2.33	4.080	2.56	4.483	8.897	—	4.554	5.875

Grunddüngung für 1 Kasten:
4 g N in Form von $(NH_4)_2SO_4$.
8 g P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat.
4 g $MgSO_4$.

Düngung für drei Kästen	Knollen frisch				Knollen luftt	
	Ernte der Einzelkästen			Gesamternte	Ernte der Einz	
	g	g	g	g	g	g
ohne Kali	712.0	730.0	736.0	2178.0	167.1	177.3
KCl = 3 dz KCl pro ha = 14.184 g K_2O	667.0	776.0	748.0	2191.0	150.8	178.9
KCl = 6 „ „ „ „ = 28.368 „ „	910.0	904.0	915.0	2729.0	211.0	211.5
K_2SO_4 entspr. 3 „ „ „ „ = 14.184 „ „	760.0	787.0	738.0	2385.0	175.8	208.0
K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 28.368 „ „	929.0	883.0	932.0	2744.0	205.0	207.0
Kainit „ 3 „ „ „ „ = 14.184 „ „	764.0	780.0	800.0	2344.0	175.2	180.3
Kainit „ 6 „ „ „ „ = 28.368 „ „	761.0	843.0	893.0	2497.0	163.7	185.2

Grunddüngung für 1 Kasten:
4 g N in Form von $(NH_4)_2SO_4$.
8 g P_2O_5 in Form von Doppelsuperphosphat.
4 g $MgSO_4$, — Kopfdüngung: 4 g N in Form von Natronsalpeter in 2 Gaben zu je 2 g N.

Düngung für drei Kästen	Rüben frisch				Rüben trocken	
	Ernte der Einzelkästen			Gesamt-Ernte	Gesamt-Ernte	E
	g	g	g	g	g	
ohne Kali	767.5	817.2	753.1	2337.8	543.3	
KCl = 3 dz KCl pro ha = 14.184 g K_2O	880.5	937.6	854.7	2672.8	652.7	
KCl = 6 „ „ „ „ = 28.368 „ „	944.5	1003.4	985.4	2933.3	708.1	
K_2SO_4 entspr. 3 „ „ „ „ = 14.184 „ „	1135.0	917.0	913.4	2965.4	701.6	
K_2SO_4 „ 6 „ „ „ „ = 28.368 „ „	1001.2	991.9	1026.9	3020.0	702.5	
Kainit „ 3 „ „ „ „ = 14.184 „ „	934.8	1025.8	1030.8	2991.4	736.5	
Kainit „ 6 „ „ „ „ = 28.368 „ „	969.5	953.0	983.2	2905.7	708.4	

Tabelle IV. Kartoffeln in Schützenbachschen Kästen. (Seite 40—4

			Kraut				In den frischen Knollen			In den lufttrock			
ken		trocken	lufttrocken				Trocken-substanz	Stärke		Kali		Natron	
ästen	Gesamt-ernte	Gesamt-ernte	Ernte der Einzelkästen			Gesamt-ernte							
g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	%	g	%	g
75.5	519.9	498.3	107.5	83.2	86.0	276.7	22.9	17.1	372.44	1.84	9.566	0.12	0.624
76.2	505.9	484.9	86.8	79.1	87.0	252.9	22.1	16.3	357.13	2.32	11.737	0.17	0.860
11.6	634.7	608.4	96.1	101.4	90.7	288.2	22.3	16.5	450.28	2.48	15.741	0.15	0.952
62.8	546.6	523.7	87.2	83.4	84.0	254.6	22 0	16 2	386.37	2.35	12.845	0.33	1.804
15.0	627.0	610.1	84.5	93.5	101.0	279.0	22.2	16.4	450.02	2.66	16.678	0.11	0.690
84.0	539.5	525.3	80.3	82.0	93.3	255.6	22.4	16.6	389.10	2.41	13.002	0.13	0.701
98.0	546.9	500.6	83.2	91.5	88.5	263.2	20.0	14.2	354.57	2.78	15.204	0.17	0.932

Tabelle V. Zuckerrüben in Schützenbachschen Kästen. (Seite 43—

Kraut				In den frischen Rüben						In den R				
trocken				Trocken-substanz	Zucker in der Rübe		Zucker im Saft	Nicht-Zucker	Rein-heits-Quo-tient	Kali		Natron		
e der Einzelkästen			Gesamt-Ernte											
	g	g	g	%	%	g	%	%		%	g	%	g	%
0	150.5	160.5	448.0	23.2	15.2	353.3	16.6	2.7	86.0	0.81	4.401	0.59	3.205	0.21
6	149.0	167.5	485.1	24.4	15.9	425.0	17.8	3.0	85.6	1.00	6.527	0.99	6.462	0.23
0	157.0	154.0	476.0	24.1	15.9	466.4	17.8	3.1	85.2	1.09	7.718	0.94	6.656	0.22
5	168.5	175.0	489.0	23.7	15.9	471.5	17.8	2 7	86.8	0.88	6.174	0.68	4.771	0.24
2	159.7	171.2	513.1	23.3	15.7	474.2	17.6	2.7	86.7	0.99	6.955	0.70	4.918	0.24
2	147.5	145.2	459.9	24.6	15.7	469.7	17.8	3.2	84.8	1.02	7.512	1.1o	8.543	0.26
2	173.7	170.2	515.1	24.4	15.9	462.0	17.9	3.3	84.4	1.07	7.580	0.69	4.688	0.21

Knollen			Im Kraut								In Knollen und Kraut			
	Chlor		Kali		Natron		Kalk		Chlor		Kali	Natron	Kalk	Chlor
g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	g	g	g	g
.352	0.18	0 936	1.01	2.795	0.95	2.629	2.52	6.973	0.80	2.214	12.361	3.253	8.325	3.150
.062	0.28	1.417	3.33	8.422	1.20	3.035	2.40	6.070	1.41	3.566	20.159	3.895	7.132	4.983
.460	0.32	2.031	3.96	11.413	0.91	2.623	2.31	6.657	1.49	4.294	27.154	3.575	8.117	6.325
.148	0.20	1.093	3 40	8.656	1.35	3.437	2.52	6.416	0.94	2.393	21.501	5.241	7.564	3.486
.630	0.22	1.379	4.41	12 304	1.03	2.874	2.47	6.891	0.84	2.344	28.982	3.564	8.521	3.723
.780	0.37	1.996	3 56	9.099	0.75	1.917	2.46	6.288	1.94	4.959	22.101	2.618	8.068	6.955
641	0.51	2.789	4.58	12.055	0.34	0.895	2.39	6.290	2.20	5.790	27.259	1.827	7.931	8.579

		Im Kraut								In Rüben und Kraut			
Chlor		Kali		Natron		Kalk		Chlor		Kali	Natron	Kalk	Chlor
%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	g	g	g	g
0.05	0.272	1.50	6.720	5.91	26.477	1.45	6.496	1.26	5.645	11.121	29.682	7.637	5.917
0.05	0.326	2.85	13.825	6.18	29.979	1.54	7.471	2.04	9.896	20.352	36.441	8.972	10.222
0.05	0.354	4.42	21.039	6.24	29.702	1.43	6.807	2.91	13.852	28.757	36.358	8.365	14.206
0.03	0.210	2.67	13.056	5.60	27.384	1.44	7.042	1.18	5.770	19.230	32.155	8.726	5.980
0.03	0.211	3.86	19.806	4.84	24.834	1.37	7.029	1.06	5.439	26.761	29.752	8.715	5.650
0.07	0.516	3.06	14.073	7.40	34.033	1.35	6.209	3.21	14.763	21.585	42.576	8.124	15.279
0.07	0.496	4.07	20.965	6.94	35.748	1.18	6.078	4.20	21.634	28.545	40.436	7.566	22.130